# دراسات
# في
# الأقيانوغرافية

الدكتور
يوسف عبد المجيد فايد
استاذ الجغرافيا المساعد
جامعتي القاهرة وبيروت العربية

١٩٧٢



دار النهضة العربية
للطباعة والنشر
بيروت ص. ب ٧٤٩

دراسات في
الاقيانوغرافية



# دراسات
# في
# الأقيانوغرافية



الدكتور
يوسف عبد المجيد فايد
استاذ الجغرافية المساعد
جامعتي القاهرة وبيروت العربية

١٩٧٢

دار النهضة العربية
للطباعة والنشر

بيروت — ص.ب ٧٤٩

# محتويات الكتاب

# فهرس الأشكال والصور والخرائط

# تمهيــــد

دراسات في الإقيانوغرافية موضوع هـــذا الكتاب الذي يتناول عدداً من الموضوعات عن جغرافية المحيطات والبحار . وقد حاولت في هـذا الكتاب استطلاع عدد من الموضوعات التي تتعلق بالمسطحات المائية سواء كانت محيطات أو بحاراً . وقد بدت الصعوبة الكبرى في هذه الدراسة من بداية الأمر من قضية تلح على الدارس الذي يهتم بناحية أو أخرى من الدراسات التي تعالج الجغرافية الطبيعية ، تلك هي ما هو جغرافي ومـــا هو غير جغرافي . إذ أن دراساتي السابقة والحالية في هذا الشق من الجغرافية أثبتت لي أنه من السهل ومن الخطير أيضاً الانزلاق في فروع الدراسات الأصولية غير الجغرافية مثـــل الجيولوجيا والمتيورولوجيا والطبيعة والأحياء .

وأنا وإن كنت أسلم تماماً بأن الجغرافي لا يصح ولا يليق بـــه أن يوصد أبواب علمه ومعرفته أمام العلوم والمعارف الأخرى ، بل على العكس فإن تقدم الجغرافية يتأتى من استفادتنا من كل ما يعين هذا العلم ويوسع آفاقه ، إلا اننـا يجب أن نتمسك أيضاً بأن نكون جغرافيين لا جيولوجيين أو متيورولوجيين . ويتم هذا لو أحكمنا دراستنا على النهج الجغرافي مع الاستفادة بما نريـد من العلوم الأخرى ، وإذا أخذنا تلك المعارف وطوعناها للنهج الجغرافي. وقد كانت هذه المهمة شاقة في هذا الفرع من الجغرافية الطبيعية عن المحيطات والبحار لأنه ربما

كان من أكثر الفروع الجغرافية التي تلتصق بالجيولوجيا والميتورولوجيا والأحياء والطبيعة . وأرجو أن أكون قد نجحت في جعل هذه الدراسة جغرافية في المقام الأول .

وقد بدأت الكتاب بدراسة لعمليات الكشف الجغرافي عن البحار والمحيطات في المراحل الجغرافية المختلفة سواء في القديم أو في الحديث وأوضحت مدى مساهمة الجغرافية في إماطة اللثام عن أسرار البحار والمحيطات .

ثم جاءت بعد ذلك دراسة عن كيفية تكون المحيطات والبحار والنظريات المختلفة التي تعالج هذه الناحية ، والتطورات التي أصابت أحواض المحيطات والبحار في العصور الجيولوجية المختلفة وحتى الوقت الحاضر وأسباب ذلك . ثم دراسة لنشأة الحياة في البحار والمحيطات وكيف تطورت تلك الحياة وانتقلت من الماء إلى اليابس .

وبعد ذلك جاءت دراسة توزيع اليابس والماء والمسطحات المائية الرئيسية ، وهذه دراسة جغرافية لتوزيع اليابس والماء ، ثم دراسة تفصيلية للمحيطات الرئيسية وهي المحيط الأطلسي والمحيط الهادي والمحيط الهندي ومحيط القطب الشمالي ، ثم دراسة للبحار بأنواعها المختلفة سواء كانت بحاراً خارجية أو بحاراً شبه خارجية أو بحاراً مغلقة .

أما الفصل الخامس فهو يتناول دراسة لمياه البحار والمحيطات من ناحية خصائصها وهي الملوحة والحرارة واللون ، ونهتم في هذه الدراسة بالتوزيعات حيث أننا قد أكدنا أن الدراسة جغرافية أساساً .

ثم تأتي دراسة عن المياه ولكن من ناحية حركتها وهناك حركات متعددة للمياه ؛ أول حركة الأمواج ثانياً حركة التيارات البحرية ثالثاً حركة المد والجزر أما المبحث التالي فهو عن الأحوال المناخية في مناطق البحار والمحيطات من نواحيها المختلفة سواء كانت عن الحرارة أو الضغط والرياح أو الكتل الهوائية

وأنهينا هذا المبحث بتقسيم مناطق البحار والمحيطات إلى أقـاليم مناخية لكل منها خصائصه المناخية .

ثم تأتي بعد ذلك دراسة لمظاهر السطح في المناطق التي تشغلها البحـــار والمحيطات أو ترتبط بها وقد قسمنا هذه الدراسة إلى بحث عن مظاهر السطح من مناطق السواحل سواء كانت عمليات نحت أو إرساب ، ثم بحث عن مظاهر السطح في قيعان البحار والمحيطات .

وبعد ذلك قدمنا دراسة للمظاهر المختلفـــة المرتبطة بعمليات النحت والإرساب سواء في المنـاطق الساحلية أو بعيداً عن السواحل مثل الشعاب والجزر .

وأخيراً وجدنا أنه لا بد من إدخال الناحية النفسية حيث أن أي دراسة لا بد أن تعنى بفائدة الإنسان فأعطينا دراسة لإمكانات استغلال البحار والمحيطات وموارد الثروة التي يمكن الحصول عليهـا منها سواء كانت من المعادن أو من الأسماك .

وأنا وإن كنت لا أدعي الكمال أو أدانيه إلا أني أرجو أن أكون قد وفقت في جعل هذه الدراسات ذات فائدة للجغرافي وأرجو أن تكون هذه الدراسات كاملة حتى تسد شغف الجغرافي لمعرفة حقائق عن هذا العالم الكبير .

والله ولي التوفيق .

المؤلف

## الفصل الأول

# الكشف عن البحار والمحيطات

تغطي البحار والمحيطات حوالي ثلاثة أرباع سطح الكرة الأرضية ، ويطلق على هذه المناطق التي تشغلها مياه البحار والمحيطات تعبير « الغلاف المـــائي » Hydrosphere . والبحار والمحيطات لها أهمية كبيرة وخطيرة من جميع النواحي الطبيعية والبشرية بصفة عامة . ومن المحتمـل أن أول صورة من صور الحياة وهي الحيوانات ذات الخلية الواحدة قد بدأ وجودها في الماء . ومن تلك الصورة الأولى للحياة تطورت صور الكائنات الحية وتقدمت وارتقت وتعددت صورها وانتقلت من الماء إلى اليابس لتصبح بعضها حيوانات برية . لذلك يمكننا القول أن البحار والمحيطات قد تكون هي الموطن الأصلي للحياة على سطح الكرة الأرضية . وإذا نظرنا إلى الأفكار الخاصة بنشأة الإنسان وجدنا بعضها ينـادي بأن الإنسان ما هو إلا صورة من صور التطور على سطح الأرض وبذلك ينتمي الانسان أيضاً إلى الحياة البحرية شأنه في ذلك شأن بقية الحيوانات ، وإذا نظرنا إلى النظريات الأخرى التي تقول بأن الإنسان مستقل النشأة وأنه قد خلق خلقاً مستقلاً فإن أحدث الآراء تقول بأن الموطن الأصلي للانسان لا بـد أنه كان

ساحلياً قريباً من البحر لما في ذلك من تسهيل لحصوله على الغذاء وبعده عن مخاطر الحياة في قلب اليابس .

وبالاضافة إلى هذا فإن البحار والمحيطات قد ظلت المصدر الذي يرعى الحياة على سطح الأرض بعد أن أصبحت الحياة برية . فالأمطار مصدر مياهها هي البحار والمحيطات ، والأمطار هي التي تبعث الحياة في النبات والحيوان والإنسان . كما أن الرياح القادمة من المحيطات والبحار هي التي تؤدي إلى تلطيف حرارة اليابس وتجعله أفضل للسكن للانسان . كما أن البحار والمحيطات تمد الإنسان وأحياناً الحيوان بالغذاء وأحياناً بالماء إذا أمكن تعذيبه بوسائل رخيصة ولا شك أنه من الممكن زيادة الاعتماد على الغذاء البحري لو أراد الانسان ذلك ولو تحسنت وسائل الحصول على هذا الغذاء . كذلك هناك محاولات لتعذيب ماء البحر بطرق رخيصة منها استغلال أشعة الشمس في تبخير الماء ولو تحقق ذلك لأمكن التوسع في استغلال مياه البحر في أغراض الشرب والزراعة وغير ذلك .

وقد قامت البحار بدور هام في توصيل صور الحياة الحيوانية والنباتية إلى المناطق النائية وذلك مثل الجزر الواقعة في مناطق بعيدة منعزلة أو من قارة إلى أخرى كما حدث على مر العصور الجيولوجية والتاريخية المختلفة ، حتى أصبحت الحياة توجد في كل جزء من أجزاء اليابس الصالحة للسكن أو لوجود الحياة . والانسان نفسه انتقل في مراحل حياته القديمة والحديثة من قارة لأخرى وسكن الجزر المختلفة عن طريق ركوبه للبحر ، وليس من الضروري في كل حالة افتراض وجود معابر أرضية بين كتلة من اليابس وكتلة أخرى كلما اردنا تفسير انتقال الانسان من الكتلة الأولى إلى الكتلة الثانية .

ورغم كل هذا الالتصاق بين الانسان والبحر فما زالت هناك حتى الآن مناطق بحرية تكاد تكون معلوماتنا معدومة وما زالت أسرارها مجهولة لنا . هذا في الوقت

الذي يهتم فيه الإنسان باكتشاف الكواكب الأخرى ويتكبد المخاطر والمشاق والتكاليف الباهظة لتحقيق ذلك .

وهناك تشابه كبير بين الغلاف المائي والغلاف الصخري الذي يكوّن قشرة الأرض . ففي قيعان البحار والمحيطات توجد أنهار أو بحار تجري من مكان لآخر كما هو الحـــال على سطح الأرض . كذلك تخط قاع البحر سلاسل جبلية ومرتفعات ترتفع أحياناً فوق سطح الماء إذا زاد ارتفاعها وبذلك يكون جزء منها تحت سطح الماء وجزء آخر فوق سطح البحر . كذلك توجد خوانق وأودية وسهول تشبه في شكلها وامتدادها إن لم تفق تلك التي توجد على سطح اليابس .

غير أنه رغم هذا التشابه الكبير بين اليابس والماء إلا أن الاختلافات بينهما كبيرة أيضاً . والإنسان قد تعلم على مر العصور كيف يمكنه استخدام البحـــار والمحيطات لأغراضه المختلفة وكيف يستطيع سبر غور البحـــار والمحيطات والوصول إلى أعماقها . وتمكن أيضاً أن يستكشف أجزاء كبيرة منها وبدقـــة بالغة . وهناك كما ذكرنا أشياء كثيرة أخرى تحتاج إلى دراسة خاصة في نواحي الاستفادة من الثروات التي توجد في مياه البحار والمحيطات أو في أعماقها .

**بداية الكشف عن البحار والمحيطات :**

تأخرت دراسة واستكشاف البحار والمحيطات بسبب تأخر اختراع الآلات والأجهزة اللازمة لقياس الأعماق ولرصد الظواهر البحرية المختلفة مثل الأمواج والتيارات البحرية والرياح من حيث اتجاهها وسرعتها وكذلك دراسة مياه البحار من حيث ملوحتها وحرارتها على السطح وفي باطن الماء، ودراسة النباتات والحيوانات البحرية والإرسابات الموجودة في بطن البحار وغير ذلك من الظواهر الطبيعيـــة العديدة المتعلقة بالبحار والمحيطات .

وكان أول الاختراعات التي لزمت لدراسة البحار والمحيطات هي اختراع

الجسات Soundings التي تستخدم في قياس العمق . وقـد كانت الجسات في بداية الأمر بدائية للغاية لا تتعدى استخدام حبل وفي نهايته ثقل ويدلى الحبـل حتى يصطدم بالقاع وبذلك يعرف العمق، أما إذا لم يصطدم بالقاع فكان يكفي أن يقال أكثر عمقاً من كذا ( وهو طول الحبل أو الجس المستخدم ) وقـد أطلق على وحدة قياس الأعماق تعبير Fathom أو قامة والقامة تساوي ستة أقدام ويحتمل أن هذه الكلمة مشتقة من الكلمة اليونانية التي تعني الامتداد أو الكلمة الدنمركية favn أو الكلمة الألمانية faden وكلها تعني الأذرع الممتدة أو الممدودة . وكانت المحاولات الأولى لقياس الأعماق بقصد رسم صورة لهـا وتحديد طرق للاستخدام في الملاحة في تلك الأجزاء .

وكان أول استخدام للجسات في عام ١٥٠٤ ميلادية عندما استخدمت في مياه ضحلة في الساحل الشمالي للبحر المتوسط قرب ساحل شبه جزيرة إيطاليا ورسمت على أساس تلك الأبحاث والقياسات خريطة لذلك الساحل بواسطـة جوان دي لاكوستا Juan de la Costa

وبعد ذلك بفترة من الزمن قامت عدة قياسات وأبحاث للبحار، وقد استفاد من هذه القياسات العالم الكارتوجرافي جيرارد مركيتور Gerard Mercator ورسم عدداً من الخرائط البحرية ضمن مجموعة الخرائط التي رسمهـا ونشرت عام ١٥٨٥ .

ويعتبر الرحالة الشهير فرديناند ماجلان Ferdinand Magellan أول مستكشف [١] حاول القيام بدراسات وكشوف عن المحيط فهو بذلك قـد خرج عن دائرة الكشف البحري المحدود لأجزاء قريبة من السواحل البحرية .

---

(١) يقصد بذلك بداية الكشوف في عصر النهضة الأوروبية إذ أن الكشوف القديمة التي قام بها الإغريق والرومان والعرب كانت بقصد الرحلة والحروب والسجلات عنها غير واضحة .

وقد قام مجلان برحلة بحرية شهيرة أثبت بهـــا أن السفينة تستطيع عمل رحلة حول الكرة الأرضية بالسير في اتجاه واحد . وقام مجلان خلال رحلته بعمل مجسات في بعض أجزاء من المحيطات لأعماق تتراوح بين ١٠٠ — ٢٠٠ قامـــة ولكن مجساته في تلك الجهات لم تصل إلى قاع المحيط .

وقد قام الفلكي البريطاني الشهير إدموند هالي Edmund Halley بإضافة بعض المعلومات عن خطوط الطول والتغير في اتجاه البوصلة مع الرحلة من الغرب إلى الشرق أو العكس وذلك خلال رحلة قام بها سنة ١٦٩٩ .

غير أن من أهم من اكتشفوا البحار والمحيطـــات الكابتن جيمس كوك James Cook . وقد كانت تقارير كوك التي كتبها عن رحلاته البحرية العديدة في بحار ومحيطات العالم المختلفة بمثابة أول عمل علمي تناول دراسة المحيطات . ومن أبحاث كوك التي قام بها دراسة لدرجات الحرارة في أعماق المحيطات وبيان أنها تختلف عن درجات الحرارة في منـــاطق اليابس التي تقع على نفس خطوط العرض . وممن اشتركوا مع الكابتن كوك في رحلاته ودراساته العـــالم جورج فورستر Geoge forester الذي جمع معلومات عديدة عن البحار والمحيطات خلال تلك الرحلات وضمنها في كتاب ألفه عن تلك الرحلات وقـــد أسماه « A Voyage around the World » . وكان لهذا الكتاب تأثير علمي كبير لدرجة أن الإسكندر فون همبولت Alexander Von Humboldt العالم والرحالة الألماني الشهير قد تأثر بما جاء في كتابات فورستر واستفاد منهـــا وأخذ في اعتباره عمل دراسة للمحيط الأطلسي خلال رحلته الشهيرة لقـــارة أمريكا الجنوبية . وقد قام همبولت في دراسته لأمريكا الجنوبية بعمل أبحاث عن نظام التصريف المائي لنهر الأمزون ، كما قام بدراسة وافية عن الحيـــاة النباتية والحيوانية في حوض الأمزون ، ودراسة البراكين المتناثرة في منطقة جبـــال الإنديز ، هذا بالإضافة إلى عديد من الملاحظات التي سجلها عن المحيطات والتي أضافت إلى معلوماتنا الكثير عن تلك المحيطات . وقد أثبت همبولت أن قوة

جاذبية الأرض تقل بالبعد عن القطبين ، كما سجل الكثير من الظواهر الجوية في مناطق المحيطات، ودرس حركة المياه في المحيطات ولذلك استحق أن يطلق اسمه على التيار البحري الذي يمر بجوار الساحل الغربي لأمريكا الجنوبية التي تعتبر المسرح الرئيسي لنشاطه العلمي .

ويمكننا القول أن الفترة التي عمل بها كوك وهمبولت فترة مستقلة من فترات الكشف الجغرافي عن البحار والمحيطات وكانت فترة تميزت بالدراسة والجهود الفردي وكانت الرحلات البحرية بطيئة ومحفوفة بالمخاطر .

**اختراع استخدام البخار في طوائق النقل**
**وأثر ذاك على الكشف عن البحار :**

بدأت فترة جديدة من الكشف عن البحار والمحيطات وذلك بظهور جيمس وات James Watt الذي اخترع استخدام البخار وقد ساعد ذلك على تسهيل المواصلات البحرية خاصة عبر المحيطات الواسعة وإلى العالم الجديد على وجه الخصوص .

وفي سنة ١٨١٧ اخترع السير جون روس John Ross مجساً استطاع بواسطته الحصول على نباتات وحيوانات بحرية من أعماق بعيدة في المحيطات وصلت إلى عمق ١٠٠٠ قامة . وبعد ذلك التاريخ بحوالي عشرين سنة استطاع الكابتن ولكز Wilkes رئيس بعثة استكشاف أمريكية أن يستخدم الأسلاك المعدنية بدلاً من الحبال القنب في عمل الجسات. وفي بعثة بحرية إلى القارةالقطبية الجنوبية تمكن السير جيمس كلارك جيمس روس James Clark Ross أن يقوم بعمل مجسات في المحيط وصلت إلى عمق ٢٤٢٠ قدم وقام كذلك باستخراج بعض الشعاب والنباتات من بطن المحيط . ثم جاء بعد ذلك اختراع الونش البخاري الذي أمكن بواسطته الوصول إلى أعماق بعيدة في مياه المحيطات بسرعة أكثر وبمجهود أقل .

وفي أواسط القرن التاسع عشر قام العـــالم الأمريكي ماثيو فونتين موري Matthew fontaine Maury بإنشاء محطة أرصاد بحرية لتسجيل حركة الرياح والتيارات البحرية في المناطق المحيطية القريبة من السواحل الشرقيـــة للولايات المتحدة الأمريكية. غير أن الدراسات التي كانت الولايات المتحدة تقوم بها منفردة لم تكن كافية لخدمة المعلومات المتيورولوجية والإقيانوغرافية على نطاق عالمي ، لذلك استحث الأستاذ موري الدول البحرية الأخرى أن تسهم في ذلك النشاط ، فدعا إلى مؤتمر للدراسات البحرية والمتيورولوجية عقـــد في مدينة بروكسل ببلجيكا سنة ١٨٥٣ ، وانتهى ذلك المؤتمر إلى اتفـــاق الدول المشتركة فيه على التعاون فيما بينها وتبادل المعلومات الخاصة بالمحيطات من ناحية الملاحة والدراسات المتيورولوجية .

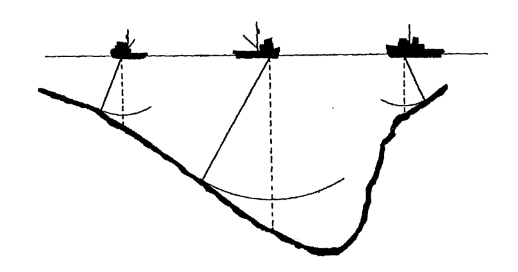
وفي سنة ١٨٥٤ ظهرت خريطة كنتورية للمحيط الأطلسي الشمالي حتى عمق ٤٠٠٠ قامة . وقد كان بنيامين فرانكلين Benjamin franklin أول من رسم خريطة لتيار الخليج الدافىء .

كذلك نشر جون مرسر بروك John Mercer Brook كتابه عن الجغرافيا الطبيعيـــة للبحار « The Physical Georaphy of the sea » وهو أول كتاب علمي حديث عن جغرافية المحيطات . وقد اشترك الأستاذ بروك لمدة أربع سنوات في دراسة المحيط الهادي الشمالي ومضيق برنج وذلك في بعثـــة علمية خرجت من ولاية كاليفورنيا ووصلت إلى المضيق وقامت بدراسة سواحل اليابان .

وفي الربع الأول من القرن التاسع عشر ظهر اسم شارل روبرت داروين Charles Robert Darwin في الدراسات البحرية عندما اشترك في بعثـــة بحرية إلى سواحل أمريكا الجنوبية وجزر تاهيتي وقارة أستراليا وجزر نيوزيلنده وتسمانيا وسانت هيلانة وأسنسيون وجزر الرأس الأخضر Cap Verde وجزر

آزور . وقد جمع دارون خلال رحلاتـــه عينات مختلفة للحيوانات والنباتات المائية والطيور . كذلك سجل الكثير من الملاحظـات عن الحيوانات . وقام دارون بإصدار مجلة عن العلوم الطبيعية أسماها Journal of a Nauralist كما نشر أيضاً كتاباً عن أصل الأنواع « Origin of Species ». وكان لكتابه ضجة كبرى في الأوساط العلمية في ذلك الحين وحتى وقتنا هذا ، كما أثار الكثير من الجدل العلمي بين العلمـاء . وكان لدراسات دارون ونظرياته وأفكاره أثر واضح في زيادة الأبحاث والدراسات المتعلقة بالبحار والمحيطات .

ومن أكبر الأسماء التي ظهرت في الدراسات الخاصة بالبحار والمحيطات في القرن التاسع عشر اسم وليام‌تومسون William Thomson الذي قام باختراع الحبل النحاسي لاستخدامه في المجسات . كذلك اخترع تومسون جهاز استقبال لإشارات المجسات يعمل بالكهرباء . ومن اختراعاتـــه أيضاً البوصلة التي لا



( شكل ١ )
رسم يوضح طريقة قياس الأعماق بواسطة صدى الصوت

تتأثر بجاذبية المواد المصنوعة منها السفينة ذاتها . وهكذا نلاحظ أن مخترعات كانت ترمي إلى تسهيـــل عمليات الدراسات البحرية والبحث العلمي . ومن الدراسات التي قام بها تومسون محاولته لتقدير عمر الأرض وقد قادته هـــذه الدراسات إلى عمل أبحاث على البحر المتوسط ومضيق دوفر . ومن الدراسات التي قام بها تومسون أيضاً قياس درجات الحرارة في مياه المحيط على أعماق مختلفة.

### فترة البعثات البحرية الجماعية :

أتت بعد ذلك فترة أصبح من الصعب أن يقوم شخص واحد أو شخصان بدراسة للمحيط ، كما أن الدراسات تنوعت وأصبح لا بد من وجود عدد كبير من المتخصصين حتى يقوم كل منهم بدراسة ناحية تخصصه . وهكذا نجد في هذه الفترة أن الرحلات البحرية كانت تشمل بعثة شاملة ، وكان من أهم هذه البعثات البعثة التي خرجت على ظهر السفينة تشالنجر Challenger وقد زودت تلك السفينة بجميع الأجهزة والمعدات التي كانت موجودة في ذلك الحين [١] . وقـد بدأت الرحلة في سنة ١٨٧٢ واستمرت زهـــاء ثلاث سنوات ونصف وقطعت خلال الرحلة مسافة ٧٠,٠٠٠ ميل في مناطق المحيط الأطلسي والمحيط الهادي والمحيط الهندي كما كانت السفينـة تشالنجر أول سفينة تقطع الدائرة القطبية الجنوبية . وقد رست تشالنجر أثناء رحلتها في ٥٤ محطة حيث كان العلماء على ظهرها يقومون بعمل دراساتهم وأبحاثهم . وقد ظهرت هذه الأبحاث في خمسين مجلد كبير .

ومنذ رحلة السفينة تشالنجر بدأت الأبحـاث في البحار والمحيطـات تزداد وتتقدم بخطى واسعة وأصبح من الممكن عمل الجسات لقياس الأعماق في ثوان

---

(١) Ritchie. G.S, « Ghallenger » , the life of a sur ~y ship, London, 1957.

محدودة وأثناء سير السفينة بسرعة متوسطة . وقد بدأت كثير من الدول في إرسال بعثات بحرية شبيهة ببعثة تشالنجر لدراسة بحار ومحيطات العالم المختلفة. وبذلك وجدت دول كثيرة ساهمت في تزويدنا بالمعلومات عن ذلك العالم الكبير الذي كان شبه مجهول . ومن أهم هذه البعثات البحرية بعثة السفينة ألباتروس Albatross التي خرجت من شبه جزيرة اسكندناوة .واستمرت خلال سنتي ١٩٤٧ ، ١٩٤٨ . ثم تلتها بعد ذلك السفينة جالاثيا وكانت تبحث عن أنواع الحياة والرواسب في الأغوار السحيقة من المحيطات . ومن الولايات المتحدة الأمريكية خرجت بعثات فيما وأتلانتس بالبحث ودراسة رواسب ومياه المحيط الأطلسي والبحر الكاريبي وذلك في سنة ١٩٥١ . كذلك قامت السفينة الروسية « أكاديميا بافيلوف » بدراسة المنطقة الشرقية من البحر المتوسط وذلك خلال سنتي ١٩٥٩ ، ١٩٦٠ . كذلك سجلت السفينتان الروسيتان « فيتياس وأوب» انتصارات علمية كبيرة في مساحات واسعة من المحيطات .

وقد ساهمت مصر في أبحاث البحار والمحيطات . ففي سنتي١٩٣٣ ، ١٩٣٤ خرجت السفينة « مباحث »وعليها عدد من العلماء المصريين والبريطانيين وقامت بعمل أبحاث في البحر الأحمر والمحيط الهندي واكتشفت وجود معدن المنجنيز في قاع المحيط الهندي .

## الفَصْلُ الثَّانِي

# تكون البحار والمحيطات ونشأة الحياة فيها

يقدر البعض عمر الأرض منذ أن أصبحت بشكلها ووضعها الحالي بحوالي ٣٠٠٠ مليون سنة ويمكننا القول أن عمر البحار والمحيطات يقرب من هذا القدر . ومن المعروف أنه يمكن قياس عمر الأرض بدراسة درجة تآكل الصخور المكونة لقشرة الأرض . وأقدم صخور وجدت في قشرة الأرض حتى الآن هي تلك التي توجدفي ولاية مانيتوبا Manitoba في كندا. ولا شك أن هذه الصخور كانت منصهرة في بادىء الأمر وأنها قد استغرقت عدة ملايين من السنين حتى تصلبت ، لذلك يمكن القول بأن العمليات العنيفة التي أصابت كوكب الأرض يرجع تاريخها إلى اكثر من بليونين ونصف من الزمان . غير أننا يجب أن نضع في الاعتبار أن هذه التواريخ جميعاً تعتبر حدود دنيا ذلك لأنه من الممكن اكتشاف صخور عمرها أقدم أو عمليات أرضية حدثت قبل ذلك التاريخ ولم تكتشف آثارها حتى الآن .

وتدل بعض النظريات الخاصة بتكوين الأرض على أنها كانت كرة من الغاز ثم بردت وتصلبت . وأن الأرض تحكم في حركتها في الفضاء بقوى وجاذبيات

عديدة تجعل مدارها وسرعتها محددان بدقة . وبالتدريج بدأت الكرة الغازية تبرد وبدأت الغازات تتحول إلى سائل ؛ وبطريقــة ما بدأت المواد المكونة للأرض تصنف في نظام خاص ومحدود ، فالمواد الثقيلة في المركز والأقل ثقلاً تحيط بها وهكذا . وهذا هو التنظيم الذي يوجد لمواد الكرة الأرضية في الوقت الحاضر ، فباطن الأرض يتكون من مواد كثيفة من الحديد والنيكل ثم نطاقات أخرى حوله أقل كثافة تبدأ بطبقة الكبريتدات ثم طبقــة السيما من السيلكا والمغنسيوم وأخيراً على السطح طبقــة السيال وهي من السيلكا والألومنيوم وطبقة السيال رقيقة نسبياً . ولا شك أنه قــد مر وقت طويل حتى تحولت طبقات الكرة الأرضية من الحالة السائلة إلى الحالة الصلبة .

وهناك عدة نظريات عن كيفية تكوين أحواض المحيطات الحالية .

من النظريات التي تفسر نشأة المحيطات والقارات نظرية كلفن وتقول هـذه النظرية التي ظهرت سنة ١٨٩٧ بأن القارات قد تكونت حول عقد كانت موجودة في المادة السائلة التي تكون منها كوكب الأرض بينما الأجزاء الحاليــة من تلك العقد ظلت منخفضة وهي التي أصبحت بعد ذلك أحواضاً للمحيطات [١] . غير أن هذا الرأي قد ثبت أنــه يجانب الحقائق العلمية من النواحي الجيوديسية والجيولوجية .

أما النظرية الثانية وصاحبها الأستاذ سولاس Sollas فقــد ظهرت سنة ١٩٠٣ وقد ذكر سولاس أنه كانت هناك مناطق للضغط المرتفع حيث الهواء هابط ومناطق للضغط المنخفض حيث الهواء صاعد ، وقد أدى هبوط الهواء إلى الضغط على سطح السائل الذي تكونت منه الأرض فانخفض بينما أدى صعود

---

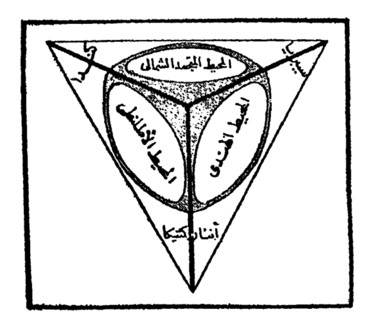
(١) Kelvin ( Lord ), « The age of the Earth as an âcode fitted for life » ., the Smithsonian Institution, pp. 337-357

الهواء إلى رفع السطح إلى أعلى وهكذا تكونت المحيـــطات في مناطق الهواء الهابط وتكونت القارات في مكان الهواء الصاعد . ولم يفسر لنا سولاس كيف كانت هناك مناطق للضغط المرتفع والمنخفض قبل أن يتكون اليابس والماء . أو كيف كان الضغط المنخفض يوجد بصفة دائمة فوق مناطق القارات والضغط المرتفع فوق مناطق المحيطات بشكل عام وبصورة دائمة ، وهذا وضع يخالف ما هو قائم ومعروف حاليـاً عن توزيع مناطق الضغط المرتفع والمنخفض التي تتوزع بشكل يجعل مناطق القارات أحياناً مناطق للضغط المرتفع وأحيانـاً أخرى مناطق للضغط المنخفض . كذلك الحال بالنسبة للمحيطات ، ففي المحيط الأطلسي مثلاً يوجد الضغط المنخفض الإيسلندي في العروض العليـا الشمالية ، بينما الضغط المرتفع الأزوري في العروض دون المدارية ، بل إن مناطق الضغط المرتفع والمنخفض فوق اليابس والماء تتغير من فصل لآخر . وفوق هذا كله نذكر أن دورة الهواء العامة ومناطق الضغط لا يمكن أن تتكون إلا بعد أن يتكون اليابس والماء، أي أن توزيع مناطق الضغط جاء نتيجة لتكون القارات والمحيطات وليس سبباً لها .

ومن النظريات الأخرى نظرية تشمبرلن ومولتن التي تقول بأن القارات قد تكونت في المناطق التي سقطت بها كمية أكبر من الكويكبات التي كونت الأرض، بينما المحيطات تكونت في المناطق التي قل فيها سقوط الأجرام الكوكبية فظلت منخفضة . ثم امتلأت أحواض المحيطات بعد ذلك بالمياه نتيجة لجذب الأرض للغلاف الغازي الذي كان يحتوي على بخار الماء وثاني أكسيد الكربون والنيتروجين، فلما تكثف بخار الماء تجمعت المياه وملأت أحواض المحيطات ، هذا بالإضافـة إلى المياه التي كانت تحتويها الكويكبات نفسها . غير أن هذه النظرية لم تذكر السبب في عدم تساوي سقوط الكويكبات على سطح الأرض ، كما أنه قد ثبت حالياً أن الكويكبات لم تكن تحوي مياه أو بخار ماء .

ومن النظريات التي لاقت قبولاً بين جمهور العلماء بسبب اتفاقها مع التوزيع

الحالي لليابس والماء إلى حد كبير النظرية التتراهيدية . ومعنى كلمة تتراهيد أي منشور ثلاثي ، إذ أن صاحب النظرية يفترض أن الأرض كانت في حالة سائلة ثم بدأت تبرد وتتصلب وتنكمش وعندما انكمشت اتخذت شكل المنشور الثلاثي وهكذا تكونت القارات في الأجزاء المرتفعة من أضلاع المنشور ، بينما تكونت المحيطات في الأجزاء المنخفضة المقابلة . وهذا الوضع وإن كان يتفق إلى حد كبير مع التوزيع الحالي لليابس والماء ، إلا أن النظرية تجانب الحقيقة فيما يتعلق بطبيعة الأرض ذلك لأن دوران الأرض حول نفسها لا يسمح لها باتخاذ شكل المنشور وحتى لو حدث هذا فإن قوة الدوران تعيد للأرض شكلها الكروي مرة أخرى ( انظر شكل ٢ ) .




( شكل ٢ )

النظام التتراهيدي

ومن النظريات الشبيهة بالنظرية التتراهيدية نظرية لابورث Lapworth التي ظهرت سنة ١٨٩٢ والتي نادى فيها بأن الأرض عندما بردت وانكمشت تجعدت قشرتها وانخفضت أجزاء منها إلى أسفل ومن هذه الأجزاء المنخفضة تكونت البحار والمحيطات[1] .

ومن النظريات التي تلقى نقداً في الوقت الحاضر والتي كانت شائعة ومقبولة إلى أن وصل الإنسان بأبحاثه إلى القمر وأحضر عينات من تربته وصخوره إلى الأرض وثبت من تحليلها أنها تحوي مواداً تختلف عن المواد المكونة للأرض . كانت هذه النظرية تقول بأن القمر قد تكون نتيجة لحركة مد هائلة أصابت الأرض في وقت من الأوقات فانفصلت هذا الجسم عنها . وأن القمر الذي يؤثر في حركة المياة في البحار والمحيطات في الوقت الحاضر له علاقة وثيقة بتكون هذه البحار والمحيطات في بادىء الأمر . وقد انفصل القمر عن الأرض نتيجة لعملية جذب شبيهة بالعملية التي أدت إلى تكوين الأرض والكواكب السيارة الأخرى. وهكذا بدأ الجسم المنفصل — الذي افترضت النظرية أنه انفصل عن الأرض في المنطقة التي يشغلها حالياً المحيط الهادي — يدور حول الارض مكوناً تابعاً لها ومقلداً في ذلك أمه الارض التي انفصلت عن الشمس وتدور حولها ( حسب النظرية ) . وهناك بعض العلماء يعتقدون أن القمر قد انفصل عن الارض وهي في حالة شبه صلبة . وكان من الأمور التي قوت هذه الآراء أن قاع المحيط الهادي يتكون من مادة السيما وتغيب منه مادة السيال الجرانيتية التي تكون الغلاف الخارجي لقشرة الارض . وذلك بعكس قيعان المحيطات الاخرى . غير أن هذه النظرية عن تكون القمر غير مقبولة تماماً في الوقت الحاضر بعد الأبحاث التي تجري حالياً في الفضاء .

ومن النظريات التي تعرضت لكيفية تكوين البحار والمحيطات نظرية فجنر

(١) الجغرافية الطبيعية : إبراهيم رزقانة وآخرون . ص ٧٣

وهي المعروفة بنظرية زحزحـــة القـارات Alfred Lothar Wegner Continental Drift . وتتلخص هـذه النظرية في أن اليابس كان يتألف من من كتلة يابسة واحدة أطلق عليهـا فجنر اسم كتلة بنجايا Pangaea وكانت تلك الكتلة تتألف من قسمين : قسم شمالي أسماه كتلة لوراسيا Laurasia وقسم جنوبي أسماه كتلة جندوانا Gondwana وبينهما كان يوجد بحر ضيق هو بحر تثس Tethys . وكان اليابس كله في العصر الكربوني أحد عصور الزمن الأول يتركز حول القطب الجنوبي للكرة الأرضية . ويقول فجنر أنه بعـــد العصر الكربوني تعرضت كتلة بنجايا للتكسر وبدأت الأجزاء المتكسرة تتعرض لقوتين همـــا قوة الطرد المركزية وقوة جاذبية الشمس والقمر وهكذا بدأت الكتل المتكسرة تتزحزح شمالاً وشرقاً وغرباً تاركة فيا بينها فراغات هي التي تشغلهـا في الوقت الحاضر المحيطات.غير أن نظرية فجنر قد قوبلت بعدد من الاعتراضات من أهمها أن المواد التي تكون القارات وقاع المحيطات لم تتغير منذ زمن طويل. ولكن نظرية الزحزحة قد فسرت الكثير من المشاكل التي كانت تنتظر الحل مثل تطابق ساحل إفريقية الغربي وساحل أمريكا الجنوبية الشرقي ، ومثـل تشابه الصخور واتجاهات السلاسل الجبلية في كل من شرق الولايات المتحدة وجزيرة جرينلنده واسكتلنده وشبه جزيرة اسكندناوه . وكذلك تشابـــه الحفريات النباتية المسماة جلوسوبتريس في إفريقية وشرق أمريكا الجنوبية . ومثـل وجود تشابه في نوع الصخور بين البرازيل وساحل غانه ، وغير ذلك من الأمور .

وعندما تكونت أحواض البحار والمحيطات أو الفراغات التي شغلتهـــا البحار والمحيطات لم تكن هناك مياه ، وكانت الأرض مغلفة بطبقات كثيفة من السحب ، وهي التي أمدت الأرض بغلافها المائي فيا بعد ، وقد ظلت هـــذه السحب في حالتها الغازية لمدة طويلة، إذ أن شدة حرارة سطح الأرض فيمراحل تكوينها الأولى لم تكن تسمح ببقاء المياه على سطحها ، وإنما تبخرها بسرعـــة وتعيدها إلى الحالة الغـــازية مرة أخرى ، وكان لا بد من برودة سطح الأرض

بدرجة معقولة حتى تستطيع المياه أن تبقى عليـه . وهكذا عندما برد سطح الأرض بدأت السحب تتكاثف وبدأت الأمطار تسقط بغزارة شديدة لم تشهدها الارض منذ ذلك الحين . وظلت الامطار تسقط بصفة دائمة ليل نهار لمدة أيام وشهور وسنين بـل وقرون وانحدرت المياه لتملأ تلك الفجوات أو الفراغات التي أصبحت بعد ذلك تكون البحار والمحيطات . ولا بد أن تلك المحيطات عندما امتلأت بالمياه كانت مياهها في بادىء الأمر قليلة الملوحة ، غير أن سقوط الامطار فوق اليابس وانحدارها إلى البحار والمحيطات أصبح معناه نحت أجزاء من صخور قشرة الارض وحمل موادها مع المياه المنحدرة إلى أحواض البحار والمحيطات ثم إذا تبخرت هذه الميـــاه تركت تلك الأملاح لتتجمع في البحار والمحيطات وهكذا تزيد كمية الأملاح باستمرار حتى أصبحت ميـــاه البحار والمحيطات تتصف بالملوحة المعروفة بها حالياً . وسوف تستمر هــذه النسبة في الزيادة طالمـا كانت هناك ميـــاه جارية على السطوح القارية تصل إلى البحار والمحيطات محملة بالأملاح الذائبة من السطوح القارية . وعلى ذلك فإن ملوحـــة المياه في المحيطات والبحار قد جلبت إليها في الواقع من القارات .

## نشأة الحياة في البحار والمحيطات :

من الاسرار التي تتعلق بالبحار والمحيطات تكون مادة البروتوبلازم ، ففي مياه المحيطات الدفيئة حيث الضوء قليل وحيث الملوحة متوسطة بدأت الصورة الاولى من صور الحيـــاة . وكانت الصورة الاولى للحياة وهي التي تكونت من مواد مثل النيتروجين والفوسفات والبوتاسيوم والصوديوم وثاني أكسيد الكربون عبارة عن أشياء حية ميكروسكوبية تشبه البكتريا التي نعرفها في الوقت الحاضر. وكانت تلك الأحياء الأولى تمثل مرحلة انتقال بين غير الحي والحي ، ولم تكن نباتات بالمعنى الصحيح أو حيوانات بالمعنى المعروف ، وبالطبع لم تكن تلـــك الأحياء تحوي مادة الكلوروفيل .

ومضت فترة طويلة كانت السحب المحيطة بالأرض تقل شيئاً فشيئاً إلى أن انقشعت وبدأت أشعة الشمس تصل إلى سطح الماء وتنفذ إلى الاعماق القريبة ، وقد تأثرت بتلك الأشعة النباتات والأحياء الطافية على سطح الماء ، فتكونت بها مادة الكلوروفيل . وبتكون الكلوروفيل أصبحت تلك الاشياء الحية قادرة على أن تأخذ ثاني أكسيد الكربون من الهواء ،ومن الماء وتكون وتبني أجسامها، وهكذا بدأت أولى صور الحياة النباتية بشكلها الحالي في الظهور .

وقد وجدت أشياء أخرى ليس الكلوروفيل من مكوناتها ولكنها من جهة أخرى قادرة على الاستفادة من النباتات في غذائها ، وبذلك بدأت أولى صور الحياة الحيوانية في الظهور ، ومنذ ذلك الوقت حتى الوقت الحاضر نجد جميع الحيوانات تعتمد في حياتها على النباتات بصورة مباشرة أو غير مباشرة .

وبمرور الزمن بدأت صور الحياة تكثر وتتعدد فمن الحيوانات ذات الخلية الواحدة إلى الحيوانات ذات الأعضاء المختلفة للهضم والتنفس والتكاثر . وبدأ الإسفنج ينمو على القطاع الصخري للمحيطات ، والمرجان يبني مساكنه في المياه الدفيئة النقية . وقد حدث مثل هذا التطور أيضاً في المملكة النباتية .

وخلال كل ذلك الوقت كانت القارات خالية من الحياة إذ لم تكن مقومات الحياة قد وجدت على سطح اليابس فلم تكن هناك تربة على سطح الارض ، وإنما السطح كله صخري عادي .

وقد استمرت صور الحياة في البحار والمحيطات في التطور وللأسف لم تترك كثير من الصور الحيوانية الاولى مخلفات يمكننا بواسطتها الاستدلال على ماهية تلك الصور وفي الغـالب كانت كثير من تلك الأحياء القديمة هلامية الأجسام خالية من الأجزاء الصلبة كالعظام التي يمكن أن تتحجر وتبقى مع الزمن . وقد ساعد أيضاً على اختفاء تلك الصور الاولى للحياة ما أصاب الصخر من تغيرات نتيجة للحرارة والضغط مما أدى إلى القضاء على بقايا تلك الأحياء البالغة القدم.

وترجع أقدم الحفريات التي وجدت آثارها إلى حوالي ٥٠٠ مليون سنة مضت . وتدلنا تلك الحفريات على أنه منـذ فجر العصر الكمبري Cambrian – وهو العصر الذي ما زالت بقاياه مسجلة على وجه الصخور – على أن الحياة قد بدأت بحرية وأنها قد ظلت تتطور بسرعة فظهرت المجموعات الرئيسية من الحيوانات اللافقرية . غير أنه لم تكن هناك بعد حيوانات أو نباتات قادرة على أن تخاطر بحياتها لتعيش على سطح اليابس ، ومعنى ذلك أنه لمدة تبلغ حوالي ثلاثة أرباع الأزمنة والعصور الجيولوجية كانت القارات خالية من الحياة بينما كانت الحياة في الماء تتقدم وتتطور لتعطي اليابس الحياة التي قامت وتطورت عليه فيما بعد .

ولم تر القارات أولى صور الحياة سوى في العصر السيلوري Silurian أي منذ حوالي ٣٥٠ مليون سنة مضت . وكانت تلك الصور من الحيـــاة من نوع الزواحف اللافقرية ، ويحتمل أنها كانت تشبه الأفاعي الحالية ، غير أن هذه الحيوانات لم تقطع صلتها نهائياً بالبحر أي أنهـــا كانت برمائية . ومع انتقال الحيوانات من الماء إلى اليابس لا بد أن النباتات أيضاً قد انتقلت من المـاء الى اليابس ، وقد ساعدت تلك النباتات على خلق التربة وتثبيتها على سطح الأرض . غير أن هذه النباتات كانت قريبة الصلة ببعض الحشائش المائية التي تستطيع أن تنمو في المياه الضحلة .

وقد حدث أن انخفض مستوى بعض المناطق اليابسة وارتفع منسوب البحار فطغت مياه البحار على الأجزاء المنخفضة من القـــارات وكانت تلك الاجزاء الضحلة التي غطتها مياه البحار مسرحاً لحياة نباتية غنية ، غير أنـــه مع تغير جديـد في مستوى سطح البحر عادت هذه الاجزاء الضحلة لتصبح يابساً مرة أخرى ، وقد تمكنت بعض نباتاتها وحيواناتها من أن تؤقلم نفسهـا مع الظروف الجديدة وتصبح بريات أما البعض الآخر فلم يستطع الحياة على اليابس فانقرض .

ومع استمرار تغير العلاقة بين اليابس والماء حدث تصور هام في الحيـــاة

الحيوانية البحرية ، إذ تحولت زعانف بعض الحيوانات المائية إلى أرجل وتحولت خياشيمها إلى رئات وبذلك أصبحت حيوانات برية وقــد وجدت آثار تلك الحيوانات البرية مع بقايا العصر الديفوني Devonian .

ثم تطورت الحيـاة في البر والبحر وظهرت الطيور والثدييات وغيرها من صور الحياة وما زلنا نلاحظ في الوقت الحاضر أن الكثير من الحيوانات لها علاقة واضحة وشبه بأسلافها في البحر وأن هناك تشابهاً بينهـــا جميعاً في الصفات والتكوين . وقد عادت بعض الحيوانات البرية إلى البحر مرة أخرى بعد أن قضت حوالي ٥٠ مليون سنة على اليابس ، وقـــد تم ذلك في العصر الترياسي Triassic منذ حوالي ١٧٠ مليون سنة مضت ، وكانت تلك الحيوانات عبارة عن مخلوقات صخمة الأجسام وقد انقرض معظم تلك الحيوانات منذ زمن بعيد

ومن صور التطور أيضاً أن بعض الحيوانات البرية تحولت إلى حيوانات متسلقة تعيش على الاشجار ، ثم عـــادت إلى الارض مرة أخرى وتطورت تطوراً جديداً وقد استمر التطور حتى أرقى صور الحيـــاة الحيوانية . وأخيراً ظهر الإنسان . والإنسان نفسه لم يبتعد عن البحر وإنما صلته به قوية كما ذكرنا من قبل ، فهو يفضل السكنى في المناطق الساحلية ، وهو يحاول الكشف عن مجاهـــل البحار والمحيطات ويعتمد عليها لدرجة كبيرة في غذائه وربمـا هو يفعل ذلك لانه يحن إلى رباط قديم وثيق يربطه بالماء .

المياه تختزن في الثلاجات التي تتكون فوق اليابس ، وهذه الثلاجات كانت شبه دائمة في فصول السنة المختلفة فلا تصل مياهها إلى المحيطات والبحار ، وبذلك قل المطر وانخفض مستوى الماء في البحار والمحيطات تبعاً لذلك. وفي الوقت الحاضر يمكن مشاهدة آثار تلك التفسيرات في مستوى المحيطات والبحار ، ففي جزيرة ساموا Samoa إحدى جزر المحيط الهادي توجد هضبة ارتفاعها ١٥ قدماً فوق سطح البحر الحالي ، ولكن يمكن مشاهدة آثار النحت البحري بواسطة الأمواج في جوانب الهضبة ، وتوجد مثل هذه الحالة في كثير من جزر المحيط الهادي ، وفي جزيرة سانت هيلانة St. Helena في المحيط الاطلسي الجنوبي ، وفي جزر المحيط الهندي ، وفي جزر الهند الغربية وحول رأس الرجاء الصالح .

وفي فترات انخفاض سطح المـــاء وهي الفترات الجليدية حدثت تغيرات في شكل اليابس من نوع آخر إذ أن انخفاض السواحــل أدى بدوره إلى تنشيط جريان الانهـــار ، وازدياد عملية النحت الرأسي في مجاريها لكي تصل إلى خط القاعدة Base level ، وقد أدى هذا إلى زيادة كميات الرواسب التي كانت تلك الانهار تنقلها من القارات إلى المحيطات والبحار ، ففي فترة من فترات انخفاض سطح الماء في المحيطات خلال عصر البليستوسين انصرفت مياه بحر الشمال وأصبح أرضاً جافة ، واضطرت أنهار شمال أوربا والجزر البريطانية إلى التقهقر مع تقهقر البحر ، وقد حدث أيضاً أن قام نهر الرين بأسر فروع أنهار أخرى . وأصبح نهر الإلب والوزر مجرى واحداً .

وقد كانت أهم الفترات الجليدية في عصر البليستوسين تلك التي جاءت متأخرة منذ حوالي ٢٠٠,٠٠٠ سنة مضت وذلك في فترة وجود الإنسان ، لذلك يحتمل أن التغيرات التي أصابت مستوى الماء في ذلك الحين قد أثرت تأثيراً كبيراً في حياة الإنسان ، ولا ريب أن الإنسان في تلك الفترة كان يستطيع أن يعبر مضيق برنج على معبر أرضي ، فقد كان هذا الجزء جافاً عندمـــا انخفض مستوى البحر

في ذلك الوقت ، وقد وجدت في تلك الفترة أيضاً معابر أرضية أخرى نتيجة لنفس العامل ومن أمثلة تلك المعابر ما وجد بين الهند وجزيرة سيلان وعن طريقه عمّر الإنسان الجزيرة قادماً من الهند[١]. ويعتقد بعض العلماء أن انخفاض مستوى الماء في البحار والمحيطات خلال العصور الجيولوجية قد وصل إلى حوالي ٤٠٠ قدم عن المستوى الحالي ، والبعض الآخر يعتقد أن الانخفاض كان أقل من ذلك بينما آخرون يظنون أنه كان أكثر من ذلك .

(١) Zeuner , F.E. , Dating the past , London, 1946, p. 216 .

## الفصل الرابع

# توزيع اليابس والماء والمسطحات المائية الرئيسية

إذا درسنا توزيع اليابس والماء دراسة دقيقة نجد أنها يتوزعان بنظام خاص جدير بالملاحظة والتأمل ، إذ فضلاً عن أن هذا التوزيع هام في دراسته فإنه قد أثر تأثيراً واضحاً في منـاخ اليابس وأوجه نشاط الإنسان الذي يسكن فوق اليابس .

ومن أهم ما نلاحظه على توزيع اليابس والماء أنه متعادل في نصفي الكرة الشمالي والجنوبي ، فمساحة يابس النصف الشمالي أكثر كثيراً من مساحـة يابس النصف الجنوبي .

ويتبين لنا أن الماء هو السائد بعد خط عرض ٥٠° جنوباً حتى نصل إلى خط عرض ٦٠° جنوباً وهو خط مشهور جغرافياً لان الماء عنده يحيط بالكرة الارضية ويكاد لا يوجد يابس . ونجد أن الماء يمتد شمالاً في ثلاثة ألسنة كبرى هي المحيط الهادي الممتد شمالاً حتى مضيق برنج حيث تتقارب أوراسيا وأمريكا الشمالية من بعضها ، والمحيط الهندي الممتد بين إفريقية وأستراليا والمحيط الاطلسي الذي يفصل الامريكتين عن أوربا وإفريقية ، ويضيق نوعاً في المنطقـــة الاستوائية

ويتسع ثانية إلى الشمال من ذلك ، وينتهي إلى محيط القطب الشمالي، وهذا المحيط الاخير شبه مستدير وشبه مغلق إذ أن القطب الشمالي عبارة عن محيط يحيط به اليابس ، بينما القطب الجنوبي عبارة عن يابس هو قارة أنتاركتيكا يحيط بهـا المحيط الجنوبي .

ومن الملاحظ أيضاً أن المحيطات تتداخل بين القارات بشكل يجعل اليابس والماء أشبه بألسنة متداخلة بعضهـا في بعض ، ونلاحظ أن المسطحات المائية تتخذ شكل المثلثات ، إذ أن هذا الشكل يصدق على المحيط الهادي وعلى معظم البحار المتفرعة منه ، كما يتبين لنا أيضاً في المحيط الهندي في بحر العرب وخليج بنغال ، وفي أحواض البحر المتوسط ، أمـا المحيط الاطلسي فيتمشى جزؤه الشمالي مع هذه القاعدة إذا ظهر فوق سطح مائه ذلك المرتفع الغاطس الممتد بين جرينلنده وإيسلنده واسكتلنده .

ويجدر بنا أن نلاحظ أنه إلى الجنوب من خط عرض ٤٠° جنوباً تقريبـاً نسمي النطاق المائي باسم المحيط الجنوبي [١] .

وفيما يلي جدول يبين مساحة المحيطات بالكيلومترات المربعة ونستطيع أن نحكم منه على المساحة العظيمة من سطح الارض التي يغطيهـا كل محيط من هذه المحيطات ، كما نستطيع منـه أن نرتب المحيطات ترتيباً يتمشى مع مساحتها .

| مساحة المحيط الهادي | مساحة المحيط الاطلسي | مساحة المحيط الجنوبي | مساحة المحيط الهندي |
|---|---|---|---|
| ١٤٠,٠٠٠,٠٠٠ | ٨٤,٤٨٠,٠٠٠ | ٧٦,٨٠٠,٠٠٠ | ٤٣,٥٢٠,٠٠٠ |

(١) المدخل إلى علم الجغرافيا ؛ د. إبراهيم رزقانة ، د. يوسف فايد ص ٦٩

ولا يشتمل هذا الجدول على المحيط الشمالي لأن هذا المحيط يعد عادة ضمن البحار ، ومساحته أقل كثيراً من مساحة أصغر المحيطات كذلك يلاحظ أن مساحة المحيط الهادي تقرب من مساحة القارات كلها مجتمعة .

وقد حسبت مساحة كل من اليابس والماء فوجد أن الماء يغطي نحو ٧١ ٪ من مساحة سطح الارض ، كما وجد أن هذه النسبة تختلف من نصف الكرة الشمالي عنها في النصف الجنوبي ، ففي النصف الشمالي تبلغ مساحة الماء نحو ٦٨ ٪ من مساحة سطحه وتقل جداً حوالي خط عرض ٦٠° شمالاً ، بينما في النصف الجنوبي تبلغ مساحة الماء نحو ٨٣ ٪ من سطحه وتصل أكبر اتساع لها عند خط عرض ٦٠° جنوباً .

ومن الملاحظ أيضاً أنه فيما بين خطي عرض ٤٠° ، ٧٠° شمالاً يوجد ٧١,٨٪ من مجموع مساحة اليابس . وأما فيما بين خطي عرض ٥٠° ، ٦٠° جنوباً فإن اليابس لا يكاد يذكر بالنسبة للماء إذ يبلغ نحو ٠,٨ ٪ من مجموع المساحة في هذه المنطقة ، ولكن حول القطب الجنوبي توجد مساحة كبيرة من اليابس وهي القارة القطبية الجنوبية أو قارة أنتاركتيكا Antarctica .

ويمكن تلخيص توزيع اليابس والماء على سطح الكرة الأرضية في العروض المختلفة في الجدول الآتي :

| خطوط العرض | نصف الكرة الشمالي | | نصف الكرة الجنوبي | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| | نسبة الماء | نسبة اليابس | نسبة الماء | نسبة اليابس |
| ٩٠–٨٥ | ١٠٠ | — | — | ١٠٠ |
| ٨٥–٨٠ | ٨٠,٢ | ١٢,٨ | — | ١٠٠ |
| ٨٠–٧٥ | ٧٧,١ | ٢٢,٩ | ١٠,٧ | ٨٩·٣ |
| ٧٥–٧٠ | ٦٥,٥ | ٣٤,٥ | ٣٨,٦ | ٦١,٤ |
| ٧٠–٦٥ | ٢٨,٧ | ٧١,٣ | ٧٩,٥ | ٢٠,٥ |
| ٦٥–٦٠ | ٣١,٢ | ٦٩,٨ | ٩٩,٧ | ٠,٣ |
| ٦٠–٥٥ | ٤٥ | ٥٥ | ٩٩,٩ | ٠,١ |
| ٥٥–٥٠ | ٤٠,٧ | ٥٩,٤ | ٩٨,٥ | ١,٥ |
| ٥٠–٤٥ | ٤٣,٨ | ٥٦,٢ | ٩٧,٥ | ٢,٥ |
| ٤٥–٤٠ | ٥١,٢ | ٤٨,٨ | ٩٦,٤ | ٣,٦ |
| ٤٠–٣٥ | ٥٦,٨ | ٤٣,٢ | ٩٣,٤ | ٦,٦ |
| ٣٥–٣٠ | ٥٧,٧ | ٤٢,٣ | ٨٤,٢ | ١٥,٨ |
| ٣٠–٢٥ | ٥٩,٦ | ٤٠,٤ | ٧٨,٤ | ٢١,٦ |
| ٢٥–٢٠ | ٦٥,٣ | ٣٤,٨ | ٧٥,٤ | ١٤،٦ |
| ٢٠–١٥ | ٧٠,٨ | ٢٩,٢ | ٧٦,٤ | ٢٣,٦ |
| ٢٥–١٠ | ٧٦,٥ | ٢٣,٥ | ٧٩,٦ | ٢٠,٤ |
| ١٠–٥ | ٧٥,٧ | ٢٤,٣ | ٧٦,٩ | ٢٣,١ |
| ٥ ـ خط الاستواء | ٧٨,٦ | ٢١,٤ | ٧٥,٩ | ٢٤,١ |

ومن الملاحظات الهامة التي سبقت الإشارة إليها في فصل سابق أن كل مساحة من اليابس يقابلها في الناحية المضادة من سطح الأرض مساحة من الماء – مع استثناء بسيط – فالقارة القطبية الجنوبية يقابلها المحيط الشمالي. وإفريقية وأوربا يقابلهما وسط المحيط الهادي وجنوبه . وإذا استثنينا أجزاء من الصين نجد أن آسيا يقابلها الجزء الشرقي من المحيط الهادي الجنوبي وجزء من غرب المحيط الأطلسي الجنوبي ، وأستراليا يقابلها المحيط الأطلسي الشمالي . أما قارة أمريكا الشمالية فيقابلها جانب من المحيط الهندي وجزء مجاور من المحيط الجنوبي. والجزء الشمالي من قارة أمريكا الجنوبية يقابله بحر الصين وغرب المحيط الهادي . أما الجزء الجنوبي من أمريكا الجنوبية فتقابله أجزاء من الصين وهذه الحالة هي استثناء من هذه القاعدة . ويمكن القول أن $\frac{١}{٢٧}$ فقط من اليابس هو الذي يقابله يابس في الجهة المضادة له من سطح الأرض .

ولما كانت القارات تمثل ارتفاعاً في القشرة الأرضية وكانت قيعان المحيطات تمثل انخفاضات في هذه القشرة، فإن تقابل اليابس والماء بالشكل الذي شرحناه يبين أن كل جزء في قشرة الأرض يقابله انخفاض في الجزء المقابل له .

وينقسم سطح الماء إلى محيطات وبحار ، والمحيطات هي تلك المساحات المائية الواسعة التي تتصل ببعضها عن طريق فتحات واسعة . وهذا الاتصال عن طريق تلك الفتحات كفيل بأن يحدث نوعاً من التقارب والتشابه بين هذه المحيطات من حيث درجات حرارة الماء وملوحته . كذلك تختلف المحيطات عن البحار بعمقها الكبير الذي يبلغ بضع كيلومترات . كذلك تتميز المحيطات بأن بها تيارات بحرية كبيرة ومن أجل هذا نجد أن الأنهار التي تصب في المحيطات لا تكون دالات إلا نادراً هذا باستثناء المحيط الهندي .

أما البحار فهي مساحات مائية أصغر كثيراً من المحيطات في اتساعها

وأعماقها حتى أن بعضها يعد ضحلاً في جميع جهاته ومياه البحار عادة أهدأ من مياه المحيطات ولا تمر فيهـا تيارات كثيرة إلا في حالة البحار المتصلة بالمحيط بفتحات واسعة ، لأن هذه الفتحات تجعل بحارها تتأثر بالمحيط إلى حد كبير . وبما أن البحار أقل عمقاً وأهدأ ماء من المحيطات فإن كثيراً من الأنهـار التي تصب في البحار استطاعت أن تبني لنفسها دالات كبيرة .

ولما كانت المحيطات ذات أهمية كبيرة كمسطحات مائية فإننا سندرس كل محيط منها على حدة .

## المحيط الهادي

### المساحة والشكل :

يشغل المحيط الهادي والبحار المتصلة به حوالي ثلث مسـاحـة العالم ، وهو يكون شكل مثلث قمته في الشمال عند بحر برنج ويحده من الغرب ساحل آسيا واستراليا ، ومن الشرق سواحل الأمريكتين ، أما من الجنوب فتحده حافـة القارة القطبية الجنوبية . والمسافـة من الطرف الشمالي للمحيط الهادي حتى الطرف الجنوبي تبلغ حوالي ٩٣٠٠ ميل ، بينما اتساعـه على طول دائرة خط الاستواء يبلغ ١٠,٠٠٠ ميل وكمية المياه التي تشغل حوض المحيط الهادي تبلغ ١٧٤ مليون ميل مكعب . والمحيط الهادي هو أكبر المحيطات مساحة وأكثرها عمقاً في المتوسط ، ولو وضع كل اليابس في العالم في حوض المحيط الهادي فإنـه يتسع له ويزيد قليلاً . وسواحل المحيط الهادي تتميز بالارتفاع بصفة عامة حيث تحف بها جبال حديثة أو انكسارية . فالجبال الحديثة توجد على سواحـل الأمريكتين الغربية كذلك تتميز سواحل المحيط الهادى بأنها ذات نشاط بركاني

وزلزالي واضح ، لذلك سميت حلقة النار Ring of Fire .

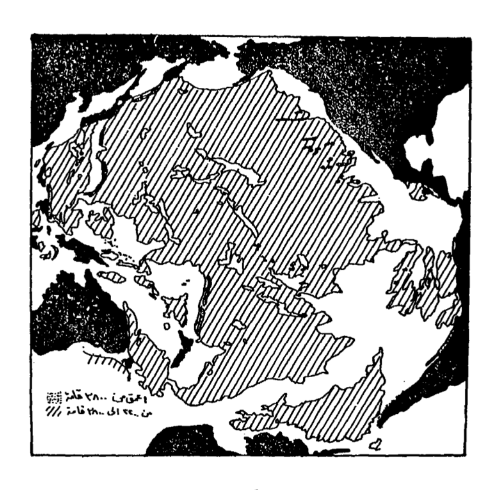
**قاع المحيط الهادي :**

معظم قاع المحيط الهادي يتكون من سهل عميق يبلغ متوسط عمقه أكثر بكثير من متوسط عمق المحيطات الأخرى ، كذلك الانحدار من ساحل المحيط الهادي إلى أعماقه انحدار شديد للغاية . وقاع المحيط الهادي مسطح نسبياً حيث توجد به تموجات وانحدارات غير شديدة ، وبعض منخفضات يصل عمقها إلى ٤٠٠٠ قامة ، غير أن هناك أجزاء محدودة من المحيط الهادي ذات سطح تختلف عن هذه الصورة العامة ، وتوجد أجزاء مرتفعة في قاع المحيط الهادي من أمثلتها ارتفاع هوائي الذي يبلغ عرضه ٦٠٠ ميل وطوله ١٩٠٠ ميل نشأ عن حركة نشاط بركاني ، ويصل في أجزاء منه إلى السطح مكوناً جزر هوائي المعروفة في غربي الولايات المتحدة . وبعض الارتفاعات في قاع المحيط الهادي كبيرة الاتساع بحيث يمكن وصفها بأنها هضاب بحرية Submarine Plateaux [1] . ( انظر شكلي ٥ ، ٦ ) .

ومن الظواهر المتعلقة بالمحيط الهادي وجود منخفضات عميقة على طول سواحله توجد بالقرب من أقواس الجزر الساحلية ذات السلاسل الجبلية المرتفعة. وهذه المنخفضات الساحلية تعتبر أكثر أجزاء المحيط الهادي عمقاً أو بالأحرى أكثر أجزاء المحيطات كلها عمقاً ، وأعمق الأجزاء في المحيط الهادي اكتشف بواسطة السفينة الروسية Vityaz في سنة ١٩٥٧ وهو منخفض ماريانا Mariana بالقرب من جزر جوام .Guam Is . ومن الأعماق الكبيرة أيضاً في المحيط الهادي منخفض إمدن Emden بالقرب من جزر الفلبين . كذلك منخفض جزر ألوشيان . ولا توجد أعماق كهذه في الجزء الأوسط من حوض المحيط

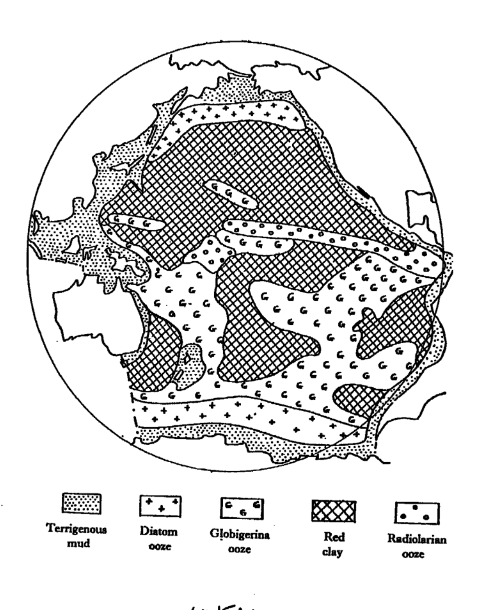
---

(١) Carson, R.L., The sea around us, London, 1951, p. 160,




( شكل ٥ )
المحيط الهادي

الهادي . ولكن توجد سلسلة أخرى من هذه الأعماق على طول سواحل أمريكا الجنوبية مكونة منخفضاً يسير محاذياً لسلسلة جبال إنديز منخفض أتكاما Atacama يصل عمقه إلى ٤١٧٥ قامة .




( شكل٦ )

تكوينات قاع المحيط الهادي

## جزر المحيط الهادي :

يحوي حوض المحيط الهادي مجموعات هائلة من الجزر يقدر عددها الإجمالي بحوالي ٢٠٠٠٠ جزيرة غير أن مساحتها محدودة ، والجزر الكبيرة تدخل ضمن مجموعة الجزر القارية وهي الجزر التي كانت سابقاً جزءاً من القارة ثم تكونت نتيجة لطغيان المحيط على أجزاء من اليابس وفصلها عن القارة . وفي شرق المحيط الهادي توجد جزر ألوشيان والجزر القريبة من ساحل كولمبيا البريطانية وجزر شيلي . أما في الغرب فتوجد الجزر العديدة التي تكون أقواساً على طول ساحل قارة آسيا ومنها جزر كوريل Kuriles Is. ، وأرخبيل جزر اليابان وجزر الفلبين والجزر الاندونيسية وجزر نيوزيلندة . ومعظم الجزر عبارة عن جبال التوائية وبها أيضاً قمم بركانية عالية .

أما الجزر الصغيرة المبعثرة في المحيط الهادي فيوجد معظمها في القسم الجنوبي الغربي من المحيط الهادي . وتكون هذه الجزر ثلاث مجموعات طبقاً لتكوينها السلالي ، فتسمى مجموعة منها جزر ميلانيزيا Melanesia وتشمل جزر سولومون Solomons ، ونيوهبردز New Hebrides ، وفيجي Fiji . ومجموعة ميكرونيزيا Micronesia وتشمل جزر كارولين Carolines ، وجزر مارشال Marshales وجزر جلبرت Gilbert ، وجزر إليس Elice . وأخيراً هناك مجموعة جزر بولينيزيا Polynesia وتشمل جزر لين Line وجزر كوك Cook وجزر سوسيتي Society ، وجزر توامـوتو Tuamotu وجزر هوائي Hawaii .

أما شمال شرق وشرق المحيط الهادي فهو شبه خال من الجزر حيث توجد بعض الجزر القليلة المتفرقة . وبخلاف الجزر القارية التي تكونت نتيجة حركة التواء في قشرة الأرض ، فإن بقية جزر المحيط الهادي تنتمي إلى مجموعتين : الأولى هي الجزر البركانية المرتفعة ، والثانية هي الجزر المرجانية المنخفضة .

فجزر هوائي مثلاً تتكون من خمسة براكين تنتمي إلى أعمـــار مختلفة ويصل الارتفاع فيها إلى١٣,٦٧٥ قدم فوق سطح البحر مثل جبل مونالوا Mauna Loa وإلى ارتفاع ١٣,٨٢٥ قدم من جبل موناكيا Mauna Kea .

## البحار الهامشية المتصلة بالمحيط الهادي :

تكاد البحار الهامشية تقتصر على الجانب الغربي للمحيط الهادي ، إذ أن الامتداد الطولي للسواحل الأمريكية يجعلها شبه خالية من البحار الداخلية ، إذ أن الوحيد الذي يدخل ضمن هذا التعريف هو خليج كاليفورنيـا ، وبعض الفيوردات التي توجد على سواحل كولمبيا البريطانية في غرب كندا في الشمال ، وعلى سواحل جمهورية شيلي في الجنوب .

أما في الغرب فهناك عدد من البحار شبه المقفلة بين قارة آسيا من ناحيـة ، وأقواس الجزر الساحلية من ناحية أخرى ، وتشمل هذه البحار بحر برنج وتحده جزر ألوشيان ، وبحر أختسك Okhotsk وتحـــده شبه جزيرة كمتشتكا Kamchatka ، وبحر اليابان بين كوريا وجزر اليابان ، والبحر الأصفر بين كوريا والصين ، وبحر الصين الشرقي بين الصين وجزر ريوكيو Ryuku ، وبحر الصين الجنوبي بين جزر الفلبين وجزيرة بورنيو Borneo والملايو والهند الصينية وجنوب الصين. وفيما بين جزر الهند الشرقية وبعضها يوجد بحر سلبيس Celebes وبحر باندا Banda وغيرها من البحار الصغيرة التي توجد بين الجزر وبعضها. ومعظم هـــذه البحار عميقة . وعلى سواحل أستراليا يوجد خليج كربنتاريا Carpentaria وبحر أرافورا Arafura .

# المحيط الأطلسي

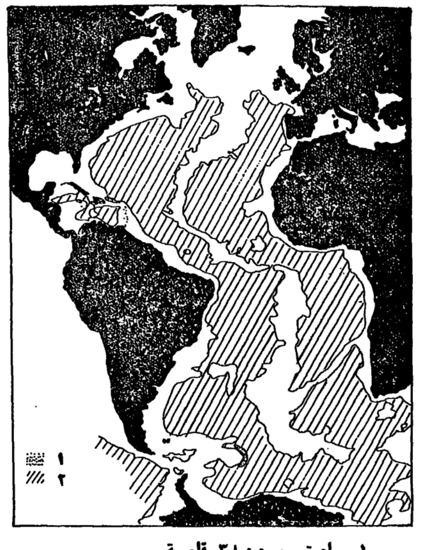
## المساحة والشكل :

يشغل المحيط الأطلسي باستثناء بحاره الهامشية حوالي $\frac{1}{6}$ مساحة العالم ، أو حوالي نصف مساحة المحيط الهادي . ويشبه شكله العام الحرف S حيث أن ساحل إفريقية الشمالي الغربي ينبعج نحو الغرب، وكذلك ساحل أمريكا الوسطى يتقوس نحو الغرب في منطقة البحر الكاريبي ، كذلك يتقوس ساحل أمريكا الجنوبية الشرقي في منطقة رأس ساوروك Cape Sao Roque نحو الشرق ونفس الشيء يحدث في حالة ساحل خليج غانة .

ويضيق المحيط الأطلسي في اتجاه خط الاستواء ، إذ أن ساحل جمهورية ليبيريا يبعد حوالي ١٦٠٠ ميل فقط عن ساحل رأس ساو روك ، وعلى هذا الأساس فإن اتساع المحيط الاطلسي عند خط عرض ٤٠° شمالاً يبلغ ٣٠٠٠ميل ويبلغ اتساع المحيط الاطلسي الجنوبي عند خط عرض ٣٥° جنوباً نحو ٣٧٠٠ ميل ، وينتهي المحيط الأطلسي الجنوبي إلى محيط القطب الجنوبي في اتساع كبير في حين أن المحيط الأطلسي الشمالي ينتهي إلى محيط القطب الشمالي الذي يتميز بضيقه في منطقة اتصال المحيطين بسبب وجود جزيرتي جرينلنده وأيسلندة .

## قاع المحيط الاطلسي :

أهم ما يميز قاع المحيط الأطلسي هو وجود ارتفاع طولي من الشمال إلى الجنوب يعرف باسم سلسلة الأطلسي الوسطى Mid - Atlantic Ridge. ويقسم هذا الارتفاع عادة إلى حافتين : حافة دولفن Dolphin وحافة تشالنجر Challenger . وهذا الارتفاع الغاطس ينحدر تدريجياً في كلا الجانبين .




١ ــ اعمق من ٣٨٠٠ قامــة
٢ ــ من ٢٢٠٠ الى ٣٨٠٠ قامة

( شكل ٧ )

المحيط الأطلسي

وتشبه هذه السلسلة في شكلها حرف S أيضاً . وعمق المحيط الأطلسي في هذا الجزء منه يبلغ ١٧٠٠ قامة . وفي شمال المحيط الأطلسي تتسع هذه السلسلة لتكون شبه هضبة تسمى هضبة تلغراف Telegraph Plateau وتمتد من جزيرة أيرلندة إلى شبه جزيرة لبرادور . ( انظر شكل ٧ ، ٨ ) .

وهناك سلاسل أخرى في قاع المحيط الاطلسي منهـــا سلسلة والفس



( شكل ٨ )
تكوينات قاع المحيط الاطلسي
( المفتاح انظر شكل ٦ )

Walivs Ridge وتمتد في اتجاه شمالي شرقي من منطقة جزيرة ترستان داكنها Tristan da Cunha حتى الساحـــل الإفريقي . وسلسلة ريوجراند Rio GrandeRidge التي تمتد من نفس المنطقة نحو ساحل أمريكا الجنوبية . وفي شمال المحيط الاطلسي توجد سلسلة ضخمة تمتد من هضبة تلغراف نحو الشمال الغربي من شمال اسكتلندة إلى جنوب شرق جزيرة جرينلندة .

أما المنخفضات أو الأعماق الكبرى التي توجد في قاع المحيط الأطلسي فهي قليلة الوجود بعكس المحيط الهادي إذ أن الالتواءات الكبرى الحديثة بجوار سواحل المحيط الاطلسي قليلة أيضاً بعكس الحال على طول سواحـــل المحيط الهادي . وأكبر الأعماق في المحيط الأطلسي توجـــد بالقرب من جزر الهند الغربية ، فإلى الشمال مباشرة من جزيرة بورتوريكو يوجد عمق يصل إلى ٤٨١٢ قامة ، وهو أكبر عمق في المحيط الأطلسي كله . وهناك منخفض آخر يخترق السلسلة الأطلسية المحيطية ويصل عمقـــه إلى ٤٠٣٠ قامة . وأهم المنخفضات الأخرى هو ذلك المنخفض الواقع بالقرب من جزر ساندويتش ويصل عمقه إلى ٤٥٤٥ قامة .

والرصيف القاري في المحيط الاطلسي الشمالي واسع الامتداد بعكس الرصيف القاري على سواحل المحيط الهادي .

### جزر المحيط الاطلسي :

باستثناء الجزر التي تقع قريبة من ساحل قارة أوربا وساحل قارة أمريكا الشمالية مثل الجزر البريطانية وجزيرة أيسلندة في الجانب الأوربي، وجزيرة نيو فوندلند وجزر الهند الغربية في الجانب الامريكي ، فإن المحيط الاطلسي يحوي مجموعة أقواس من الجزر قريبة من اليابس الامريكي . بينما تكون جزيرة أيسلندة الجزء الأعلى من السلسلة الأطلسية فيما بين شمال اسكتلندة وجزيرة جرينلندة . وهناك مجموعة من الجزر تشمل جزر فلكلند Falkland وجزر أوركني الجنوبيـــة

وجزر South Orkneys وجزر شتلند Shetlands وجزر جورجيا Georgia وجزر ساندوتش Sandwich وهذه الجزر تكون الأجزاء العليا من السلسلة الأطلسية التي تمتد بين الطرف الجنوبي لقـــارة أمريكا الجنوبية وشبه جزيرة جراهام لاند Grahamland في قارة أنتاركتيكا .

وهناك جزر أخرى تبرز من السلسلة الوسطى السابق ذكرها وأهم هـــذه الجزر جزر آزور Azores في الشمال وجزيرة أسنسيون Ascension وترستان داكنها في الجنوب . أما جزيرة سانت هيلانه St. Helena فتقع إلى الشرق من هذه السلسلة ويبدو أنها ترتفع فجأة من الأعماق البعيدة في قاع المحيط ، ومثلها في ذلك جزيرة ترينداد الصغيرة بالقرب من ساحل البرازيل . وقـــد تكونت جزيرة برمودا Bermuda من شعاب مرجانية بنيت فوق مخروطات بركانية غارقة في شمال غرب المحيط الاطلسي . أما جزر ماديرا Madeira بالقرب من ساحل المغرب فهي بركانية تماماً تكونت من حركات نشاط بركاني متعاقبة ، وأكثر القمم ارتفاعاً في هذه الجزر هي قمة بيكو رويفو Pico Rivo ويصل ارتفاعه إلى ٦٠٥٦ قدم فوق سطح البحر . أما الجزر الاطلسية الاخرى فهي تمتد من هضاب قارية ومثال ذلك جزر كناري Canaries وجزر كيب فردي أو الرأس الأخضر Cape Verde . وعدد صغير من الجزر في خليج غانة .

### البحار الهامشية المتصلة بالمحيط الاطلسي :

لاحظنا أن الرصيف القاري في جنوب المحيط الأطلسي يكاد يكون مختفياً، ونلاحظ أن البحار الهامشية في هذا الجزء لا وجود لها أيضاً . أما سواحـــل أوربا فأجزاء كثيرة منها غاطسة ، وقد نتج عن ذلك وجود كثير من البحار المتعمقة في أجزاء من سواحل القارة ، وأهم هـــذه البحار بحر بلطيق Baltic وبحر الشمال والبحر المتوسط وفروعها المختلفة ، والاثنان الأولان يتميزان بالضحولة ، حيث لا يزيد العمق على ١٠٠ قامة ، والمضايق التي تفصل بـــين

الجزر الدنمركية في بحر بلطيق يصل عمقها إلى ١١ قامة فقط . ويمثـــل البحر المتوسط بشعابه المختلفة ، وأشباه الجزر الممتدة فيه والجزر المبعثرة في أنحائــه المختلفة تكويناً معقداً للغـــاية ينتمي للحركة الالتوائية الألبية التي حدثت في الزمن الثالث الجيولوجي . ويصل العمق في مضيق جبل طارق إلى ٢٠٠ قامة. ويصل العمق في بعض أجزاء البحر المتوسط إلى ٢٠٠٠ قامة ، وأكثر أجزائه عمقاً يصل إلى ٢٥٣٣ قامة ، ويوجد بين جزيرة كريت واليونان . وفي البحر الاسود يصل العمق إلى ١٢٢٧ قامة ، ويفصل بينه وبـين البحر المتوسط عدد من المضايق والبحار الصغيرة مثل بحر مرمره Marmara ومضيقي البوسفور Bosphorus والدردنيل Dardanelles .

ويزداد العمق في البحر الادرياتي Adriatic Sea وهو أحد فروع البحر المتوسط ، فهو يتكون من انخفاض طولي ضيق يقع محصوراً بين جبـال أبنين Apennines الإيطالية وجبال الالب الدينارية Dinaric Alps في يوغوسلافيا واليونان من الناحية الاخرى . وتكوين هذه المنطقة على هذه الصورة نتج عن التواءات كبرى تمت في الزمن الثالث الجيولوجي وقد أثرت تلك الحركة في كل شبه جزيرة البلقان وكذلك منطقة في بحر إيجه والبحر الاسود .

وفي المحيط الاطلسي توجد بعض البحار الهامشية في منطقة السواحـــل الامريكية ، فخليج هدسن Hudson Bay وخليج بافن Baf fin Bay لايزيد عمقها عن ١٠٠ قامة . كما يكون مضيق ديفز Davis Strait بين جزيرة جرينلندة وجزيرة بافن جزءاً ضحلاً يصل بين المحيط الاطلسي ومحيط القطب الشمالي . ومتوسط العمق في هـــذا الجزء ١١٢ قامة . أما في خليج المكسيك فالعمق يصل إلى ٢٠٨٠ قامة وفي منطقة البحر الكاريبي يوجد عدد من السلاسل البحرية والاحواض والمنخفضات العميقة التي منها منخفض بارتلت Bartlett ويصل عمقه إلى ٣٩٣٧ قامة .

# المحيط الهندي

## المساحة والشكل :

المحيط الهندي صغير في مساحته بالنسبة للمحيط الهادي والمحيط الاطلسي ، كذلك يختلف عنهما في شكله حيث أنه مغلق من ناحية الشمال بواسطة اليابس الاسيوي . كما أن المحيط الهندي يمتد شمالاً حتى مدار السرطان ، وتتكون الاجزاء الساحلية من المحيط الهندي من هضاب قديمة مثل إفريقية وهضبة بلاد العرب وهضبة الدكن وهضبة غربي إستراليا . أو بمعنى آخر من بقايا قارة جندوانا القديمة ، وذلك فيما عدا الجزء الشمالي الشرقي حيث توجد جزر الهند الشرقية بجبالها الالتوائية . أما في الجنوب فيوجد جزء من قارة أنتاركتيكا بين خطي طول ٢٠° شرقاً ، ١١٥° شرقاً .

## قاع المحيط الهندي :

من ناحية العمق نجد أن المحيط الهندي متجانس من ناحية أعماقه ، حيث أن ٦٠٪ منه يتكون من سهل عميق يتراوح عمقه بين ٢٠٠٠ ، ٣٠٠٠ قامة . ويكاد المحيط الهندي يخلو من المنخفضات الطولية اللهم إلا في منطقة منخفض سوندا Sunda حيث يصل العمق إلى ٤٠٧٦ قامة ، ويوجد في المحيط الهندي بعض السلاسل الواسعة التي تفصل بين الاحواض العميقة ، وتمتد إحدى هذه السلاسل بين الطرف الجنوبي لشبه جزيرة الهند وبين القارة القطبية الجنوبية . وهناك سلسلة عرضية تسمى سلسلة سقطرة ـ شاجوس Socotra - Chagos وتمتد من رأس غردفوي Guardafui لتقابل السلسلة الطولية وسلسلة سيشل

Sychelles وتقع موازية للسلسلة السابقة وإلى الجنوب منها بحوالي ٨٠٠٠ ميل ( انظر شكل ٩ ) .

## جزر المحيط الهندي :

أكبر جزر المحيط الهندي عبـــارة عن جزر قارية وهي جزيرة مدغشقر



( شكل ٩ )
تكوينات قاع المحيط الهندي
( المفتاح انظر شكل ٦ )

وجزيرة سيلون Cylon وكذلك بعض الجزر الاخرى الصغيرة مثـل جزيرة سقطرة Socotra بالقرب من رأس غردفوي أو قمة القرن الإفريقي ، وجزيرة زنجبـــار Zangibar وجزيرة كومورو Comoro . أما جزر أندامان Andaman وجزر نيكوبار Nicobar في خليج بنغـال فهي تكون الأجزاء البارزة من امتداد الجزء الغـــارق من سلسلة جبال أراكان يوما في بورما Arakan Yoma .

وهناك بعض الجزر المرجانية في المحيط الهندي خاصة في جنوب غرب شبه جزيرة الهند وأهمها جزر لاكاديف Laccadives وجزر مالديف Maldives . أما جزيرتا موريشيس Mauritius وريئيون Réunion فهما من أصل بركاني وتقعان إلى الشرق من جزيرة مدغشقر . أمـا الجزء الشرقي من المحيط الهندي فيكاد يكون خالياً من الجزر حيث أن قاع المحيط الهندي عميق في هـذا الجزء منه . ولا توجد في هذا الجزء سوى مجموعة جزر كوكوس Cocos وجزيرة كريسماس Christmas .

## البحار الهامشية المتصلة بالمحيط الهندي :

لما كانت الهضاب المحيطة بالمحيط الهندي ذات جوانب شديدة الانحدار ، فإن البحار الهامشية قليلة ومحدودة. ويمكن اعتبار البحر العربي Arabian Sea وخليج بنغال Bay of Bengal مجرد امتدادين شماليين للمحيط الهندي تفصل بينهما شبه جزيرة الهند. أما قناة موزمبيق فتفصل بين جزيرة مدغشقر واليابس الإفريقي ، وعلى هذا الأساس يمكن القول أن البحر الوحيد المستقل بالمحيط الهندي هو البحر الأحمر والخليج العربي . ويشغـل الأول جزءاً من الأخدود الإفريقي بين إفريقية وشبه جزيرة بلاد العرب . وسواحل البحر الأحمر صخرية ذات انحدار شديد. ثم يتفرع البحر الأحمر في الشمال إلى خليجي السويس والعقبة وبينهما شبه جزيرة سيناء ، ويفصل بـين البحر الأحمر والمحيط الهندي مضيق

ضحل هو مضيق باب المندب حيث يصل العمق إلى ٢٠٠ قامة فقط . أما الخليج العربي فهو منخفض ضحل يمتلىء تدريجياً بواسطة رواسب نهري دجلة والفرات . ويكاد الخليج العربي ينفصل عن خليج عمان والمحيط الهندي بواسطة شبه جزيرة عمان التي تمتد فتجعل اتساع مضيق هرمز Hormuz Strait خمسين ميلاً فقط .

# محيط القطب الشمالي

## المساحة والشكل :

الشكل العام لمحيط القطب الشمالي يكاد يكون مستديراً ، بحيث يقع القطب الشمالي أقرب إلى ساحل جرينلندة منه إلى ساحل ألاسكا وسيبيريا وتبلغ مساحة محيط القطب الشمالي حوالي ٥,٥ مليون ميل مربع أو بمعنى آخر ١/١٢ من مساحة المحيط الهادي . ويكاد اليابس يحيط بالمحيط الشمالي وأهم هذه الفتحات بحر برنج عند خط طول ٩٧° غرباً ، والممرات الموجودة بين جزيرة جرينلندة وجزيرة أيسلندة والجزر البريطانية وهي ممرات قليلة وضيقة أيضاً. ومعظم محيط القطب الشمالي مغلق في أغلب شهور الشتاء بسبب تجمد مياهه .

## قاع محيط القطب الشمالي :

معلوماتنا عن قاع المحيط الشمالي قليلة ومحدودة. ومن هذه المعلومات المحدودة يبدو أن هناك حوضاً واحداً واسعاً يبلغ متوسط عمقه حوالي ٢٠٠٠ قامة ، وأكثر أجزائه عمقاً يصل إلى ٣٠٧٦ قامة وحول هذا الحوض الأوسط توجد بحار هامشية يصل عمقها إلى ١٠٠٠ قامة في المتوسط .

## البحار الهامشية المتصلة بمحيط القطب الشمالي :

توجد بحار هامشية على طول السواحل الشمالية للقارات المطلة على محيط القطب الشمالي ، فهناك بحر بيفورت Beafort Sea على ساحل ألاسكا ، وبحر شرق سيبيريا وبحر لابتف Laptev Sea وبحر كارا Kara Sea بين نهر أوب Ob ونوفيازمليا Novaya Zemlya ، وبحر بارنتس Barnts sea بين النرويج وجزيرة سبتزبرجن Spitsbergen . كذلك يوجد عدد كبير من المضايق بين الجزر المختلفة المتناثرة في محيط القطب الشمالي .

## جزر محيط القطب الشمالي :

هناك عدد كبير من الجزر حول أطراف محيط القطب الشمالي ، ومعظم هذه الجزر كما هو الحال في أرخبيل جزر شمال كندا وجزر شمال سيبيريا يمثل أجزاء غارقة من الكتل القارية . وهناك جزر أخرى مثل سبتزبرجن وبير Bear وجان ماين Jan Mayen عبارة عن الأجزاء البارزة فوق سطح الماء من سلاسل بحرية في قاع المحيط [١].

هذه هي المحيطات المختلفة في العالم ، أما محيط القطب الجنوبي فليست له شخصية مستقلة وإنما هو امتداد جنوبي للمحيطات الثلاثة الرئيسية وهي المحيط الهادي والمحيط الأطلسي والمحيط الهندي .

---

(١) Coker, R. E. The great and wide sea , University of Carolina Press, 1949.

# البحــار

كلمة بحر ليس لها معنى علمي محدد ، إذ أنه ليست هناك صفات مشتركة بين بحر الشمال وبحر آزوف وبحر اليابان وبحر قزوين والبحر الميت إلا من ناحيـــة واحدة وهي أنها جميعاً عبارة عن مسطحات مائية . وربما كان أفضل تعريف للبحر هو أنه مسطح مائي يحيط به اليابس من معظم الجهات، والبحار في الغالب تتصل بالمحيطات وعلى هـــذا الأساس فإن البحر الميت وبحر آرال وبحر قزوين لا يمكن اعتبارها بحاراً بالمعنى الدقيق لأنها ليست متصلة بالمحيطات، لذلك يمكن وصف هذه البحار بأنها أحواض ذات تصريف داخلي .

وأهم بحار العالم حسب المفاهيم القديمة عددها سبعة هي المحيط الاطلسي الشمالي والجنوبي والمحيط الهادي الشمالي والجنوبي والمحيط الهندي والمحيط المتجمد الشمالي والمحيط المتجمد الجنوبي . أما بالنسبة للإغريق فكان هناك بحر واحد في نظرهم هو Thalassos أو البحر المتوسط . وكان هذا البحر معروفاً ومطروقاً بواسطة سكان سواحله خاصة في القسم الشرقي منه أمـــا المحيط الذي كانوا يسمونــه Okeanus فـكان المعتقد أنه يحيط بالأرض كلها وكان غير معروف لهم .

وفي القرن الخامس قبل الميلاد كانت البحار السبعة هي المحيط الهندي والبحر الأحمر والخليج العربي والبحر الأسود وبحر آزوف وبحر الادرياتيك وبحر قزوين. أما تعبير أعالي البحار High seas فيطلق على أجزاء البحـــار البعيدة التي تتبع دولة بالذات . أما البحار الإقليمية فهي التي كانت تخضع لوحـدة سياسية معينة . أما بالنسبة للبحار فإن البحر هو أي مسطح مائي يستطيع استخدامه في الملاحة . وعلى سواحل القارات تمتد أشباه جزر وتوجد جزر يعمل وجودها على اقتطاع أجزاء من المحيطات وإعطائها شكلاً خاصاً بحيث نعتبرهــا بحاراً .

وتكاثر البحار حول قارة أوربا وأوربا ذاتها عبارة عن شبه جزيرة لقارة آسيا. وعلى سواحل أوربا توجد أشباه جزر عديدة وتتداخل بينها بحار تتوغل إلى قلب القارة. كذلك تكثر البحار في جنوب شرق وشرق قارة آسيا، حيث يساعد على تكوينها وجود أشباه الجزر والجزر المنتشرة في هذا الجزء من القارة، ومثال ذلك جزر الهند الشرقية وجزر الفلبين وجزر اليابان. وتقل البحار على السواحل الغربية لأمريكا الشمالية والجنوبية وعلى سواحل القارة الإفريقية بسبب قلة التعرجات. وتعتمد البحار على المحيطات في تنظيم مياهها، أي أن البحار تعتمد على المحيطات وفي نفس الوقت تتأثر بالقارات بسبب صلتها الوثيقة بها.

ومن الناحيـــة الجيولوجية فإن البحار أحدث من المحيطات، إذ أن عمر المحيطات قريب من عمر الأرض ذاتها. وهناك أدلة على أن الأرض أو القارات كانت أجزاء منها تشغلها بحار على مر الأزمنة والعصور الجيولوجية. غير أن مساحات وأشكال هذه البحار قـــد تغيرت من وقت لآخر. وقد نتجت هذه التغيرات عن الحركات التكتونية وعن عمليـــات النحت والتعرية وعن العصور الجليدية.

أما الخليج gulfor bay فيعرف أحياناً بأنه مسطح مائي طوله أكبر من عرضه. ومن الخلجان المشهورة خليج بوثنيا وخليج فنلندة وخليج كاليفورنيا والخليج العربي. وحسب التعريف السابق يمكن اعتبار البحر الأحمر خليجاً. وقد يعرف الخليج أيضاً بأنه مساحة من المـاء تفصل بين يابس على الجانبين ومن أمثلة هذه الخلجان الخليج الاسترالي العظيم وخليج والفس على الساحـــل الغربي لإفريقية وخليـــج نابولي وخليج جنوة والأخير ضحل، وخليج غانه وخليج المكسيك. ومن أمثلة الخلجان أيضاً خليج بنغال والبحر العربي على جانبي شبه جزيرة الهند هذا رغم أن الأول يطلق عليه خليج والثاني يطلق عليه بحر. وهناك العديد من اللبس في التسميات بين بحر وخليج ومضيق وغير ذلك.

أما المضيق Strait والمر Passage فيقصد بها من الناحية الجغرافية جزء ضيق للغاية من المسطح المائي يصل بين مسطحين واسعين من الماء. ومن أمثلة هذه المضايق مضيق دوفر Dover ومضيق جبل طارق ومضيق فلوريدا والمضايق التي تصل بين المحيط الاطلسي والبحر الكاريبي ومضيق ملقه في اندونيسيا. أما من الناحية الجيولوجية فإن المضيق عبارة عن الانقطاع في امتداد الجزر أو في مناطق البرازخ وذلك مثل مضيق دوفر ومضيقي البوسفور والدردنيل .

ومن الممكن أن نقسم البحار إلى بحار داخلية وبحـــار شبه داخلية والنوع الأول يوجد متوغلاً في وسط اليابس ويرتبط بالمحيط بمضايق ضيقة. وهناك أربعة بحار من هذا النوع هي البحر المتوسط والبحر القطبي وخليج المكسيك والبحر الكاريبي والأخيران يكونان بحر أمريكا الوسطى ، والبحار المتقطعة حول جزر اندونيسيا . وهناك أربعة بحار داخلية أصغر مساحة هي البحر الأحمر وخليج هدسن والخليج العربي وبحر بلطيق . وهذا النوع من البحار تقل به حركة المد والجزر . كما أن بحر بلطيق وخليج هدسن فمياهها قليلة الملوحة ، بينما البحر الأحمر مرتفع الملوحة .

اما البحار المفتوحة فهي تتصل بالمحيطات بفتحات واسعة ومن أمثلة هـــذه البحار بحر الشمال وخليج كربنتاريا ، وقد تكون هذه البحار متصلة بالمحيطات بعدد من الفتحات أو المضايق ومثال ذلك بحر برنج وبحر الصين وبحر أختسك. وهذا النوع من البحار تشتد فيه حركة المد والجزر كما أن الشبه بينها وبين المحيطات كبير ، خاصة من ناحية حركة المياه ولذلك يمكن وصف هذه البحار بأنها بحار محيطية وبعض هـــذه البحار يتميز بالضحولة ومثال ذلك بحر الشمال والبحر الايرلندي وخليج فندي ، وتقع هذه البحار كلها في منطقة الرصيف القـاري لذلك لا يزيد العمق فيها عن ١٠٠ قامة ، ويشار إلى هذه البحار أحياناً بأنها بحار رفرفية .

أما البحار العميقة فهي التي تنفصل عن المحيطات بواسطة أقواس من الجزر أو أجزاء ضحلة من المحيط . وهذه البحار تنتشر في القسم الغربي من المحيـــط الهادي وحول أمريكا الوسطى وتصل الأعماق في هذه البحار إلى أكثر من ١٠٠٠ قامة .

ويطلق على البحار شبه المغلقة اسم البحار القارية Continental seas وهذه البحار أيضاً قد تكون ضحلة وذلك مثل بحر آزوف وخليج هدسن وبحر بلطيق ، والبعض الآخر عميق قد يصل عمقه إلى أكثر ٢٥٠٠ قامة .

الفصل الخامس

# مياه البحار والمحيطات

## الملوحـــة

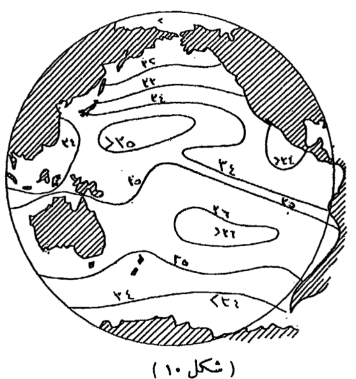
تحتوي مياه البحار والمحيطات على عدد من المعادن الذائبة . ومعظم هـذه المواد المعدنية لا بد أنها كانت موجودة منذ بدء نشأة المحيطات ، وتزداد هذه المواد في مياه البحار والمحيطات سنة بعد أخرى بفعل ما تحمله مياه الأنهار إلى المحيطات والبحار من أملاح ذائبة من سطح اليابس الذي تمر عليـــه وتنحت في صخوره في طريقها لتصب في البحار والمحيطات. هذا علاوة على أن نسبة وأنواع الأملاح التي توجد في مياه الأنهار تختلف من مكان لآخر ومن وقت لآخر. كذلك نلاحظ أن النوع الغالب من الأملاح من مياه الأنهار هو مركبات الكلسيوم خاصة كربونات الكلسيوم بينما أملاح الصوديوم هي الغالبة في مياه البحار والمحيطات لأن أملاح الكلسيوم تستخدم في بنـــاء أجسام الحيوانات البحرية ولأن بعض الأملاح تتفاعل مع بعضها في مياه البحار والمحيطات فتختفي مركبات وعناصر وتظهر مركبات أخرى جديدة .

ويعبر عن الملوحة بعدد جزئيات الملح في كل ألف من جزئيات المـاء ، فإذا

كان في ١٠٠٠ جرام من الماء ٣٥ جرام من الملح فإن النسبة تصبح ٣٥ في الألف. ومن الطريف أن نذكر أنه إذا عملت تحاليل لمياه المحيطات في أجزاء مختلفة من المحيط فإن نسب الأملاح الرئيسية إلى بعضها تظل ثابتة على الدوام رغم أن النسبة العامـــة للملوحة تتغير من مكان لآخر. وأهم الأملاح التي توجد في مياه المحيطات والبحار هي كلوريد الصوديوم وكلوريد المغنسيوم وسلفات المغنسيوم غير أن هناك أملاح أخرى كثيرة بنسب متفاوتة.

## توزيع الملوحة :

يتركز اهتمام الجغرافي في معرفة توزيع الملوحة وتسمى الخطوط التي تصـل بين الأجزاء المتساوية في نسبة ملوحتها خطوط الملوحة المتساوية Isohalines ، وترسم هذه الخطوط لتوزيع الملوحة في مستويات مختلفة من ميـــاه البحار




( شكل ١٠ )
توزيع الملوحة في المحيط الهادي

والمحيطات أو بمعنى آخر لأعماق مختلفة . وتختلف الملوحة في المياه السطحية تبعاً لدرجة الحرارة ، إذ أن نسبة التبخر إذا زادت تؤدي إلى تركز الأملاح وزيادة نسبتها والعكس صحيح أي إذا قل التبخر فإن نسبة الأملاح تقـــل . كما أن وصول كميات كبيرة من مياه الأنهـار تقلل من نسبة الملوحة في مياه البحار في المناطق التي تصل إليها مياه تلك الأنهار . وقد تضاف المياه العذبة إلى البحـار والمحيطات عن طريق الامطار أو الثلوج الذائبة . ومن العوامل التي تؤثر في نسبة الملوحة أيضاً عملية الخلط للميــاه التي تنتج عن التيارات السطحية والسفلية . ويلاحظ أن نسبة الملوحة في عرض المحيط تختلف اختلافاً بسيطاً من مكان لآخر ( أنظر أشكال ١٠ ، ١١ ، ١٢ ) .

وإذا أخذنا أمثلة لتوزيـع الملوحة في البحار والمحيطات المختلفة وجدنا أنه في المحيط الاطلسي أكثر الجهات ملوحـة توجد بالقرب من المدارين فتصل إلى ٣٧ في الألف حيث السماء صافية والحرارة مرتفعـة ويؤدي هذا إلى زيادة نسبة التبخر وبالتالي ارتفاع نسبة الملوحة . ثم تبدأ الملوحـــة في القلة في اتجاه خط الاستواء فتصل إلى ٣٥ في الالف حيث كمية الأمطار تزداد وكمية التبخر أقـل بسبب زيادة نسبة الرطوبة وكثرة السحب وهدوء حركة الرياح . كذلك تقل نسبة الملوحة في اتجاه القطبين فتصل إلى ٣٤ في الالف وذلك بسبب الثلوج الذائبة التي تضاف مياهها العذبة إلى مياه المحيط وكذلك بسبب البرودة ومن ثم انخفاض نسبة التبخر . وفي مناطق مصبات الأنهار الكبرى التي تحمل كميات كبيرة من المياه العذبة مثل نهر الأمزون في أمريكا الجنوبية ونهر الكنغو في افريقية ونهر المسسبي في الولايات المتحدة الأمريكية وكلها تصب في المحيط الأطلسي ، في مناطق مصبات هذه الأنهار تقل نسبة الملوحة .

أما في البحار شبه المغلقة فإن درجة الملوحة تختلف من مكان لآخر ففي بحر بلطيق تقل الملوحة في اتجاه بحر الشمال ، إذ أنه بالقرب من ساحل السويد تصل نسبة الملوحة إلى ١١ في الألف وتنخفض إلى ٢ في الالف عند خليج بوثينـــا



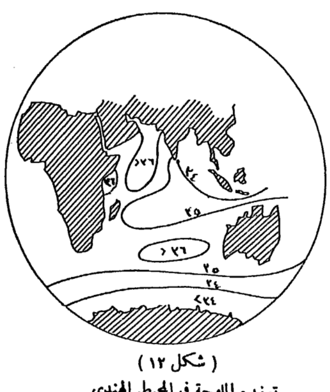

( شكل ١١ )
توزيع الملوحة في المحيط الاطلسي

Gulf of Bothnia . حيث أن هذا البحر يتلقى ميـاه أنهار كثيرة مثل نهر أودر Oder ونهر فستولا Vistula بالاضافة إلى أن درجة التبخر منخفضة .

ودرجة الملوحة في البحر الاسود منخفضة حيث تصب في هذا البحر أنهار كثيرة تحمل إلى البحر الأسود كميات كبيرة من المياه العذبة وذلك مثـــل نهر الدانوب Danube ونهر الدنيستر Dniester ونهر الدنيبر Dnieper ونهر الدن Don . وتتراوح نسبة الملوحة في البحر الأسود بين ١٧ ، ١٨ في الالف ، أما في حالة البحر الأحمر الذي لا يتلقى مياه من أنهار ودرجة التبخر من مياهه عالية ، فإن نسبة الملوحة فيه في فصل الصيف تصل إلى ٤٠ في الالف وتنخفض قليلاً عن ذلك في فصل الشتاء . أما نسبـة الملوحة في البحر المتوسط فتصل إلى

٣٦ في الالف عند مضيق جبل طارق وإلى ٣٩ في الالف في الزاوية المحصورة بين سواحل مصر وفلسطين ، أي أن نسبة الملوحة في البحر المتوسط تزداد بالاتجاه من الغرب إلى الشرق .

وترتفع نسبة الملوحة في البحار والبحيرات الداخلية حيث أن الأملاح التي تجلبها الانهار التي تصب فيها تتراكم وأما المياه فيضيع جزء منها بالتبخر وجزء بالتسرب تاركة الاملاح تتراكم في أحواض تلك البحار المغلقة. فالبحيرة الملحة الكبرى Great Salt Lake في ولاية يوتاه Utah في غربي الولايات المتحدة الامريكية تصل فيها نسبة الملوحة إلى ٢٢٠ في الالف،ونسبة الملوحة في البحر الميت تصل إلى ٢٣٨ في الالف ، وفي بحيرة فان Lake Van في آسيا الصغرى تصل نسبة الملوحة إلى ٣٣٠ في الالف .




( شكل ١٢ )
توزيع الملوحة في المحيط الهندي

# الحرارة

من المعروف أن الحرارة النوعية للماء كبيرة إذا قورنت بالحرارة النوعية لأية مادة أخرى سواء كانت مادة سائلة أو صلبة . والحرارة النوعية هي تعبير عن كمية الطاقة اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد من المادة المقصودة درجة واحدة مئوية . وزيادة الحرارة النوعية للماء ينتج عنها أن الماء لا يسخن بسرعة كما هو الحال بالنسبة لليابس ، وبالمثل فإن الماء لا يبرد بسرعة والحرارة النوعية للمياه الملحة أقل من الحرارة النوعية للمياه العذبة .

ودراسة درجات الحرارة في مياه البحار والمحيطات من أهم الموضوعات التي يهتم بها علماء الإقيانوغرافية . وإذا تساءلنا عن مصادر الحرارة التي تستمد منها مياه البحار والمحيات حرارتها فإننا نجد أنه من المفروض أن حرارة مياه البحار والمحيطات تأتيها من مصدرين هما أشعة الشمس وباطن الأرض . غير أن المصدر الثاني وهو باطن الارض يعتبر أثره في تسخين مياه البحار والمحيطات موضع شك كبير من كثير من العلماء خاصة وأن درجات حرارة مياه البحار والمحيطات من الأعماق الكبيرة تتناقص بشكل ملحوظ حتى أن عينات الرواسب التي تستخرج من الباطن تكون باردة للغاية ، لذلك يمكن القول أن أشعة الشمس هي المصدر الأساسي الهام لتسخين مياه البحار والمحيطات .

توزيع الحرارة في مياه البحار والمحيطات :

**أولاً – في المياه السطحية :**

يتوقف توزيع الحرارة في المياه السطحية على الموقع الجغرافي ، فالماء عند القطبين متجمد تقريباً بينما تبلغ درجة حرارته عند خط الإستواء حوالي ٢٧°

مئوية . وتتدرج درجات الحرارة من عند خط الاستواء في الاتجاه نحو القطبين، وقد وجد هذا التدرج في درجات حرارة المياه السطحية في شمال المحيط الاطلسي مع خطوط العرض على النحو المذكور في الجدول التالي :

| خطوط العرض | ٠–١٠ | ١٠–٢٠ | ٢٠–٣٠ | ٣٠–٤٠ | ٤٠–٥٠ | ٥٠–٦٠ | ٦٠–٧٠ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| درجات الحرارة بالمئوي | ٢٦,٨ | ٢٥,٦ | ٢٣,٩ | ٢٠,٣ | ١٢,٩ | ٨,٩ | ٤,٢ |

ولكن أعلى درجات حرارة للمياه السطحية توجد عند خط عرض ٥° شمالاً، وذلك بسبب التيارات البحرية الدفئية التي تتحرك نحو الشمال وبسبب قلة السحب نسبياً إذا بعدنا عن خط الاستواء .

ويقدر أن أكثر من نصف مساحة البحار والمحيطات تزيد درجة حرارة مياهها السطحية عن ٢٠° مئوية .

وإذا قارنا بين المحيطات المختلفة فإننا نجد أن أدفأ أجزاء المحيط الاطلسي تصل درجة حرارتـــه إلى ٢٦,٨° مئوية وذلك إلى الشمال مباشرة من خط الاستواء ، أما في الجزء الشرقي من المحيط الاطلسي الشمالي فنجد الميـاه دفئية نسبياً بسبب مرور الرياح العكسية الدفئية وبسبب تيار المحيط الاطلسي الشمالي الدافيء وبالاتجاه جنوباً على طول هذا الساحل الشرقي للمحيط الاطلسي نجد المياه تبرد بسبب تيار كناريا البارد ثم تستمر هذه المياه الباردة حتى نصبح قريبين من خط الاستواء، ونفس هذه الحالة نجدها في القسم الجنوبي من الساحل الشرقي حيث المياه باردة نسبياً بسبب مرور تيار بنجويلا البارد الذي يأتي من العروض الجنوبية القريبـة من القـارة القطبية الجنوبية ومتجه شمالاً على طول الساحل الجنوبي الشرقي للمحيط الاطلسي . أمـــا على الساحل الغربي للمحيط

الاطلسي فإننا إذا بدأنا من الشمال نجد أن الطرف الشمالي من هذا الساحل يتميز بالمياه الباردة نتيجة لوجود تيار لبرادور البارد الذي يبدأ من المنطقة القريبة من جزيرة جرينلنده ويتجه جنوباً . ثم نجد المياه الدفيئة من حوالي خط عرض ٤٥° شمالاً حتى تصل إلى أقصى الطرف الجنوبي لأمريكا الجنوبية وذلك بسبب التيارات الدفئية التي تمر بجوار السواحل الغربية لهذا المحيط وهي تيار الخليج الدافيء في القسم الشمالي ، وتيار البرازيل الدافيء في القسم الجنوبي منه .

أما في حالة المحيط الهادي فإننا نجد أن القسم الشمالي من ساحله الشرقي يتميز بالدفء النسبي بسبب وجود تيار ألاسكا الدافيء ثم بالاتجاه جنوباً على طول هذا الساحل نجد المياه باردة نسبياً بسبب تيار كاليفورنيا البارد ويستمر هذا الوضع حتى العروض المدارية ، وكذلك تتميز المياه بالبرودة في القسم الجنوبي من هذا الساحل الشرقي بسبب تيار همبولت الذي يتجه من الجنوب إلى الشمال. أما في الاطراف الغربية من المحيط الهادي فإن المياه السطحية تتميز بالبرودة فقط في الجزء الشمالي بسبب تيار كمتشتكا البارد ثم تتميز بالدفء النسبي إلى الجنوب من ذلك حتى نصل إلى الطرف الجنوبي لهذا المحيط وذلك بسبب تيار اليابان الدافيء والتيار الاستوائي وتيار شرق أستراليا الدافيء .

أما في حالة المحيط الهندي فإننا نجد أن حرارة مياهه السطحية منخفضة نسبياً إذا وضعنا في اعتبارنا خطوط العرض التي يقع بها هذا المحيط خاصة في الجانب الشمالي الغربي من البحر العربي وذلك بسبب قوة الرياح الموسمية التي تزيح المياه السطحية الدفئية ، فتحل محلها مياه أبرد من أسفل .

أما عن التغير اليومي في درجات حرارة الماء فنجد أن هذا التغير قليل لا يتجاوز ٣٫٢° مئوية في المناطق البعيدة عن اليابس ، وحوالي ٤٫٤° مئوية في المناطق القريبة من اليابس . وقد توصلت بعثة تشالنجر إلى هذه النتائج بواسطة قياسات قامت بها على مدى ٧٦ يوماً .

أما التغير السنوي في درجات الحرارة بالمياه السطحية للمحيط فهو لا يتجاوز ٢٢° مئوية ، ويقل المدى في الجهات المدارية وفي الجهات القطبية ، بينما يزيد المدى نسبياً في العروض المعتدلة .

## درجات حرارة الماء في الأعماق :

باستثناء المناطق القطبية نجد درجات حرارة الماء في الأعماق تتناقص كلما تعمقنا ، ويكون التناقص سريعاً في باديء الأمر ثم يسير التناقص بطيئاً بعد ذلك . أما التغير الفصلي في درجات حرارة الماء في الأعماق فهو طفيف جداً لدرجة أنه يمكن القول أن درجات الحرارة شبه ثابته على عمق ١٠٠ قامة [١].

أما في حالة البحار الهامشية شبه المغلقة فتكون حرارة مياهها مع التعمق مختلفة عن المحيطات ، ومن أمثلة ذلك البحر الأحمر فدرجات الحرارة فيه تظل قريبة من ٢٢° مئوية حتى عند القاع،بينما في المحيط الهندي تصل درجة الحرارة في الأعماق التي تزيد عن ١٢٠٠ قامة إلى ٢° مئوية رغم أن البحر الأحمر يتصل بالمحيط الهندي ، ولكن اتصالها يتم في منطقة مضيق باب المندب ؛ وهو عبارة عن عتبة عمقها لا يزيد عن٢٠٠ قامة، لذلك فإن تبادل المياه بين المحيط الهندي والبحر الأحمر لا يشمل المياه العميقة في المحيط الهندي التي لا تصل إلى البحر الأحمر ، وكذلك الحال في البحر المتوسط حيث تصل درجة الحرارة عند القاع إلى ١٣° مئوية وهي أبرد مياه يمكن أن تمر فوق العتبة الموجودة في منطقة مضيق جبل طارق الذي يصل بين البحر المتوسط والمحيط الاطلسي ومعروف أن المياه الباردة ثقيلة وتوجد عادة أسفل المياه الدفيئة .

---

(١) Barnes, H. Oceangraphy and marine biology, London, 1959.

# كثافة مياه البحار والمحيطات

الكثافة هي عبارة عن النسبة بين الكتلة والحجم . وهناك فارق كبير بين درجة ملوحة ماء البحر ودرجة كثافته . ولما كان ماء البحر يتمدد بالحرارة وينكمش بالبرودة مثله في ذلك مثل بقية المواد ، لذلك فإن الكثافة تتأثر بالحرارة . فارتفاع درجة الحرارة يؤدي إلى تمدد الماء وزيادة حجمه وبالتالي فإن الكثافة منخفضة ذلك لأن الكتلة تظل ثابتة في حين أن الحجم يزداد بالتمدد . وبالعكس إذا برد الماء وانكمش وصغر حجمه فإن كثافته تزداد. وتتأثر الكثافة بالطبع بدرجة الملوحة فكلما زادت الملوحة زادت الكثافة .

وهناك عامل ثالث يؤثر في كثافة ماء البحر وهو الضغط ، فإذا قل الضغط زاد الحجم وانخفضت الكثافة .

فإذا تحركت المياه في البحار والمحيطات من عمق لآخر دون أن تفقد حرارة أو تكسب حرارة فإنها تغير ضغطها بسبب الحركة وهذا وحده -أي الحركة- تؤدي إلى تغيير الحرارة ومن ثم تغيير الكثافة وهذه الحالة تحدث للهواء في الغلاف الغازي عندما يهبط من المرتفعات إلى السهول فيضغط وتزداد حرارته .

وبدراسة الحركة الرأسية للمياه يتضح أن هذه الحركة تؤثر في حرارة الماء، ورغم أن تغير الحرارة في ماء البحر بسبب هذه الحركة محدود للغاية إلا أن هذا التغير البسيط له آثار ضخمة وذلك بسبب الكمية الكبيرة من المياه التي تشترك في هذه الحركة . وحركة المياه وتغير حرارتها تؤدي إلى التأثير في عملية التوازن في مياه البحر خاصة عندما تصعد مياه أكثر كثافة فوق مياه أقل كثافة .

أما الكثافة النسبية Relative density فهي عبارة عن النسبة بين كثافة المادة وهي هنا ماء البحر وبين كثافة المـــاء العذب تحت درجة حرارة معينة ودرجة ضغط معينة . والماء العذب يبلغ أقصى كثافة له تحت ضغط عادي على مستوى سطح البحر عندما تكون درجة الحرارة ٤° مئوية، وتكون كثافته في هذه الحالة جرام واحد لكل سنتيمتر مكعب واحد . وعلى هذا الأساس فإن كثافة ماء البحر هي عبارة عن النسبة بين كثافة ماء البحر والمـاء العذب تحت درجة حرارة ٤° مئوية .

## الثلج في مياه البحار والمحيطات

تبلغ حرارة الماء النقي عند أقصى كثافة له ٤° مئوية ، وهذا معناه أن الماء النقي عندما يبرد ينكمش حتى تصل درجة حرارته إلى ٤° م أما إذا برد هـذا الماء تحت حرارة ٤° م فإنه يتمدد حتى تصل الحرارة إلى درجـة التجمد وهي درجة الصفر المئوي ، لذلك فإن المـاء العذب إذا برد يبرد جميعه سواء من أعلى أو من أسفل ما دامت حرارته فوق ٤° مئوية ، لأن الماء السطحي إذا برد غاص إلى أسفل بسبب زيادة كثافته مع البرودة وحل محله على السطح ماء أدفأ وأقل كثافة. وعندما يصل إلى أقصى كثافة أي عندما تصبح حرارة المـاء كله ٤° م فإن التبريد ينتج عنه تمدد في سطح الماء وهكذا لا يستطيع الماء السطحي أن يغوص إلى الأعماق ذلك لأن هذا الماء لدى تمدده يصبح أقل كثافة والمادة الأقل كثافة تظل على السطح فيظل هذا الماء على السطح حتى تصل حرارته إلى الصفر المئوي فيكون ثلجاً (١).

---

(١) King , C.A.M. , « Oceanography for Geographers , » Edward Arnold Ltd , London , 1965 , p. 111 .

أما ماء البحر بعكس الماء العذب فليست له هذه الخاصية . فكثافته تزداد حتى يصل إلى درجة التجمد ، ويبدأ الثلج في التكون على سطح مياه البحـــار عندما تنخفض الحرارة إلى حوالي −٢° م وعندما تتكون بللورات الثلج تزداد الملوحة في المياه المحيطة بها. ولما كانت درجة تجمد مياه البحر تتوقف على درجة الملوحة ،فإن زيادة الملوحة بعد بدء عملية التجمد تؤدي الى خفض درجة الحرارة التي تتجمد فيها المياه المحيطية، وهكذا لا يتكون ثلج جديـد إلا إذا انخفضت الحرارة مرة أخري .

وعندما يتجمد ماء البحر فإن بللورات الثلج تشبه الإبر في شكلها وتنتظم في وضع عمودي على سطح الماء وهذا الوضع يساعد على بقاء هذه البللورات ومقاومتها لتأثير الأمواج .

ويؤدي تبريد الماء السطحي إلى وجود تيارات تصاعدية في الماء وذلك بسبب زيادة الكثافة على السطح نتيجة لانخفاض الحرارة . ومن الممكن أن تستمر هذه التيارات الصاعدة إذا استمرت الحرارة في الانخفاض . وإذا استمر التجمد فإن بللورات الثلج تكون غطاءاً يحجز فيما بينه مياه البحر التي تتخلل الفراغات فيما بين بللورات الثلج وهذه المياه تتجمد بسرعة .

وعندما يطفو الثلج فوق مـــاء البحر يكون بعضه ثلج بحري Sea ice وبعضه ثلج قاري Berg ice والثلج القاري إذا تكسر فوق اليابس فإنه ينحدر وقد يصل إلى المسطحات المائية بفعل الرياح والإنحدار وغير ذلك ، وتعتبر هذه الثلاجات أو جبال الثلج الطافية على سطح الماء خطراً على الملاحة في الأجزاء التي توجد فيها .

والثلاجات في نصف الكرة الشمالي تختلف عن الثلاجات التي توجد في نفس الكرة الجنوبي من ناحية أصلها وتكوينها . ومعظم الثلاجـات في نصف الكرة

الشمالي تبدأ من الساحل الغربي لجزيرة جرينلندة وإن كان البعض يتكون على الساحل الشرقي للجزيرة، وتوجد ثلاجات تتكون أيضاً فوق جزيرة سبتزبرجن وألاسكا والأخيرة تتميز ثلاجاتها بالصغر وتذوب بسرعة . وقليل من الثلاجات يمر من مضيق برنج ، فالمحيط الهادي الشمالي يكاد يكون خالياً من الثلاجات، أما الخطر الأكبر من الثلاجـــات فيتركز في المحيط الاطلسي الشمالي ، حيث تسير البواخر المحيطية شرقاً من جزيرة نيوفوندلند. والثلاجات التي تهدد هذا الطريق الملاحي الهام تتكسر وتسقط إلى الماء من الحافة الغربية لجزيرة جرينلندة وتندفع جنوباً مع تيار لبرادور . ويمتد الثلج من ألسنة عبر أودية جرينلندة متجهاً نحو المحيط الاطلسي بسبب سمك الجليـد وضغطه فوق بعضه . وقد تتوقف بعض الثلاجات في عرض المحيط بسبب التجمد في فصل الشتاء وتظل في أماكنها حتى يأتي الربيع فتذوب المياه من حولها وتبدأ في الحركة نحو الجنوب ، وهذا يتيح للثلاجات أن تصل إلى عروض جنوبية قبل أن تذوب تماماً .

أما الثلاجات في نصف الكرة الجنوبي فمصدرها القارة القطبية الجنوبية . وتنحدر هذه الثلاجات من الحافة المرتفعة للقارة والتي يطلق عليها أحياناً حاجز الثلج . وثلاجات نصف الكرة الجنوبي ذات أشكال هندسية منتظمة ولا تحوي ركامات جليدية كما هو الحال في ثلاجات نصف الكرة الشمالي ، لذلك فإن الجزء الغاطس من ثلاجـات أنتاركتيكا يصل إلى $\frac{٣}{٤}$ الثلاجة فقط في حـين أنه في نصف الكرة الشمالي قد يصل إلى $\frac{٨}{١٠}$ أو $\frac{٩}{١٠}$ من الثلاجة ، وتتميز الثلاجات بلونها الضارب إلى الخضرة وذلك في نصف الكرة الشمالي، بينما ثلاجات النصف الجنوبي ذات لون أبيض . وأحجام ثلاجات أنتاركتيكا كبيرة للغاية يصل طولها أحياناً إلى مئات الأميال .

وتبدا الثلاجات في الذوبان عندما ترتفع درجات الحرارة فوق درجة التجمد، وإذا انخفضت درجات الحرارة تحت التجمد أثناء الليل فإن سطوح الثلاجات تعاود التجمد مرة أخرى . وقد تؤدي حرارة الشمس أثناء النهار إلى تكسر الثلاجات ومن ثم زيادة مساحة السطوح المعرضة للشمس والمعرضة للذوبان . ويؤدي انعكاس ضوء الشمس أو القمر فوق الثلاجات إلى تكوين لون خاص في السماء فوق الثلاجات يطلق عليه ice-sky أو iceblink وهذا الضوء يمكن رؤيته قبل وصول الثلاجة ذاتها . أما الثلج الذي يكون طبقة رقيقة فوق سطح الماء فإنه يندفع مع حركة الرياح أو التيارات البحرية ويطلق عليه ice floe .

ويقوم السطح الثلجي بقـــدر من انعكاس أشعة الشمس أكثر من السطوح العادية . وهذا يؤدي إلى خفض درجات الحرارة في المناطق التي يغطيها الجليد، وهذا يؤدي بالتالي إلى زيادة تكوين الجليد في الأجزاء المحيطة .

ويغطي الجليد سطح البحار القطبية الشمالية معظم السنة ، وفي فصل الصيف يتكسر هذا الجليد وتوجد فيما بينه ممرات يمكن استخدامها في الملاحـة وذلك على سواحل كندا والاتحاد السوفييتي . ويتحرك الجليد في هـذا النصف الشمالي من الكرة الأرضية في المحيط الأطلسي طول العـــام على طول الساحل الشرقي لجزيرة جرينلندة . وفي فصـل الشتاء يصل الجليد إلى حول جزيرة سبتزبرجن ويمتد الجليد لمسافة خمسين ميلاً من جزر ألوشيان وغرباً على طول ساحل شبه جزيرة كمتشتكا وحتى جزر كوريل حيث يصل إلى خط عرض ٤٢° شمالاً .

وتغطي القارة القطبية الجنوبية بالجليد معظم السنة، وفي فصل الشتاء الجنوبي يكون الحد الشمالي للثلاجات عند خط عرض ٥٥° جنوباً في المحيطين الاطلسي والهندي ، وعند خط عرض ٦٣° جنوباً في المحيط الهـــادي . أما في فصل الصيف الجنوبي فإن جراهام لاند ومدخل بحر روس Ross Sea يصبحان دون جليد .

# لون مياه البحار والمحيطات

يتأثر لون ماء البحر بكمية ونوع المواد التي توجد فيه . كذلك يتوقف اللون والشفافية على طبيعة أشعة الشمس التي عند اختراقها للماء تتحول إلى نوع مختلف من الطاقة أو بمعنى آخر تمتصها الميـــاه . كذلك يتأثر اللون والشفافيـة بطول الموجات . وقد استخدم في قياس الشفافية واللون قرص نصفه قطره ١٢ بوصة يسمى قرص سيشي Secchi disc ، ويدلى هذا القرص في خط عمودي في الماء حتى يصبح غير مرئى فيسجل هذا العمق . ويعبر هذا العمق عن الشفافية . أما اللون فيعرف عن طريق اللون الذي يظهر على قرص أبيض يدلى في الماء ويقارن اللون المرئى بألوان على قرص آخر يسمى مقياس فورل Forel scale .

أما اللون الأزرق لماء البحر فيفسر بأنه ينتج عن الانعكاس والتشتت للضوء بواسطة الذرات الموجودة في ماء البحر وهي الذرات التي تبلغ أطوالها طول أقل من طول الموجات التي تخرج من اللون الأزرق . فالإشعاع بموجات طولها قريب من الضوء الأحمر تمتص بواسطة ماء البحر . أما موجات الضوء الأبيض فهي التي تتشتت ، وهكذا يبقى الضوء أو اللون الأزرق الذي نراه في ماء البحر ، وهذا التفسير شبيه بالتفسير الذي يعطى للون السماء .

ولا شك أن مياه البحار التي تكثر بها المواد العالقة تختلف في لونها عن مياه البحار التي توجد بها مواد أقل . ففي المناطق الساحلية قد يكون اللون أخضر أو بني أو أصفر وهذا ينتج عن المواد النباتية والحيوانية التي توجد في ميـــاه البحار والمحيطات في هذه الأجزاء .

وأكثر أجزاء المحيطات صفاء توجد في بحر سراجاسو Sargasso sea وذلك في الجزء الغربي الأوسط من المحيط الأطلسي . وفي هـــذا الجزء توجد

دوامة بحرية كبيرة مما يؤدي إلى غوص الماء الملحي الكثيف وبقاء الماء الصافي على السطح ويزيد من صفاء هذا الماء قلة الأحياء المائية فيه .

ويتأثر لون ماء البحر بالسحب والأمواج وزاوية ميل الشمس وبنوع الرواسب التي توجد في القاع إذا كانت المياه ضحلة . كذلك تؤثر المواد العالقة في لون ماء البحر والبحر الأصفر مثال هام في هذه الناحية . كذلك يتميز لون المياه عند مصب نهر الأمزون بلون خاص بني أو ضارب للحمرة وذلك بسبب التكوينات والرواسب التي يحملها نهر الأمزون من مناطق تربة اللا تريت في حوض الأمزون .

## الفصل السادس

# الأحوال المناخية في مناطق البحار والمحيطات

التوزيع العام للضغط والرياح : أهم صفات توزيع الضغط والرياح في مناطق المحيطات هي :

**أولاً** : يتغير مكان وقوة مناطق الضغط المرتفع شبه الدائمة من فصل لآخر ، ففي نصف الكرة الشمالي يزداد ارتفاع الضغط فوق المحيطات في الصيف، بينما في نصف الكرة الجنوبي يزداد الضغط في فصل الشتاء . غير أنه في نصفي الكرة تقترب مناطق الضغط المرتفع من خط الإستواء في فصل الشتاء ، وتبتعد عنه في فصل الصيف ، ويؤدي النظام الموسمي في جنوب قارة آسيا إلى عدم تكون منطقة ضغط مرتفع دائمة فوق المحيط الهندي . ويلاحظ أن أكثر أجزاء مناطق الضغط المرتفع قوة توجد في الأجزاء الشرقية من المحيطات .

وتؤثر مناطق الضغط المرتفع شبه الدائمة على الأحوال المناخية في المناطق المحيطية بين خط الإستواء وخط عرض ٤٠° شمالاً وجنوباً . فعلى سبيل المثال تتحكم هذه الضغوط في حركة التيارات البحرية . وينتج عن التيارات الهوائية

الهابطة في الأجزاء الشرقية من المحيطات وجود سماء صافية ، بينما عدم وجود تيارات هابطة في منطقة الرهو الإستوائي تساعد على حدوث حركات تصاعدية في الهواء ، لذلك تتميز الأجزاء الغربية من المحيطات بالعواصف الرعدية وبسقوط أمطار غزيرة في فصل الدفء .

**ثانياً** : حول خط عرض ٦٠° شمالاً وجنوباً وفوق المحيطات توجد مناطق الضغط المنخفض الإعصارية ، وهي تؤثر في الظروف المناخية للعروض الوسطى. والانخفاضات المتمركزة حول جزيرة أيسلندة في المحيط الأطلسي وحول الجزر الألوشية في المحيط الهادي ، ومنطقة الضغط المنخفض في نصف الكرة الجنوبي تزداد عمقاً وقوة في فصل الشتاء إذا ما قورنت بحالتها في فصل الصيف حيث تضعف في الصيف . ويترتب على قوة هذه المناطق في فصل الشتاء زيادة في قوة الأعاصير خلال هذا الفصل إذا قورن بفصل الصيف .

وتتميز العروض الوسطى في المحيطات بكثرة السحب بسبب مرور الإنخفاضات الجوية كذلك تكثر بها الأمطار والرياح العنيفة . وفي نصف الكرة الشمالي تزداد قوة الأعاصير في العروض الوسطى فوق المحيطات في فصل الشتاء .

**ثالثاً** : يسود في منطقة خط الإستوء في المناطق المحيطية هدوء نسبي ورياح متغيرة ، وإن كانت الظروف المحلية مختلفة من مكان لآخر. ففي منطقة المحيط الهادي تسود حالة من الركود في منطقة خط الإستواء ، ويلاحظ هذا خاصة في الجزء الغربي من المحيط بينما في الجزء الشرقي منه تسود رياح منتظمة .

الكتل الهوائية : أهم الكتل الهوائية التي تؤثر في حالة المناخ في مناطق المحيطات هي :

١ – الكتل الهوائية المدارية البحرية mT ويتميز هذا الهوا بالدفء

والرطوبة المرتفعة في كل فصول السنة . وتتوقف صفات هذا الهواء على موقعه بالنسبة لخطوط العرض ، ففي منطقة خط الاستواء تتميز بعدم الثبات. ويتعرض الهواء نتيجة لهذا لعمليات التصعيد . بينما في الأجزاء الغربية من المحيطات يتحرك الهواء الدافيء من ناحية العروض الإستوائية والمدارية لذلك تكون نسبة الرطوبة به مرتفعة. وفي الأجزاء الشرقية من المحيطات يكون هذا الهواء قادماً من ناحية العروض العليا والقطبية وبذلك تكون حرارته منخفضة وكذلك تكون رطوبته قليلة ويميل هذا الهواء البارد كما هو معروف عادة إلى الهبوط أو أنه يتميز بالثبات لذلك فإنه لا يسقط مطراً . وحركة الكتل الهوائية فوق المحيطات في العروض المدارية بهذا الشكل تخضع لدورة الهواء العامة في مناطق الضغط المرتفع حول خطي عرض ٣٠° شمالاً وجنوباً وهي دورة تتم في اتجاه عقارب الساعة في نصف الكرة الشمالي وضد عقارب الساعة في نصف الكرة الجنوبي ، لذلك نجد دائماً أنه في العروض دون المدارية تتميز الأجزاء الشرقية من المحيطات بالجفاف ، بينما تتميز الأجزاء المقابلة لها في نفس العروض على الجوانب الغربية للمحيطات بالمطر . ويمتد هذا التأثير من المحيطات إلى اليابس المجاور في القارات ما بين خطي عرض ١٨° ، ٣٠° شمالاً وجنوباً وهي في هذه الحالة تكون حالة جفاف في هذه العروض في غرب القارات ، وحالة مطر في شرق القارات . ولا غرو فإن صحراوات العالم الرئيسية توجد في غرب القارات في هذه العروض . ويساعد على جفاف هذه الجهات الواقعة في شرق المحيطات أو في غرب القارات مرور تيارات بحرية باردة مثل تيار كناريا البارد بالنسبة لشمال إفريقية وتيار بنجويلا البارد بالنسبة لجنوب إفريقية ، وتيار كاليفورنيا البارد على الساحل الغربي للولايات المتحدة الأمريكية ، وتيار بيرو على ساحل بيرو وشيلي في أمريكا الجنوبية ، وتيار غرب أستراليا على الساحل الأسترالي . وهذه التيارات الباردة تخفض من درجة حرارة الكتل الهوائية المارة فوقها فتسبب تكوين الضباب فوق سطح الماء ، ومن جهة أخرى فإنها

تضعف من مقدرة هذا الهواء على حمل بخار الماء كما أن برودة الماء لا تساعد على التبخر .

٢ – الكتل الهوائية القطبية البحرية mP : يوجد هذا الهواء في مناطق الضغط المنخفض في العروض الوسطى والعليا وتقل رطوبة هذا الهواء على السواحل الشرقية للقارات بسبب قصر المسافة التي يقطعها هذا الهواء فوق المسطحات المائية بينما على السواحل الغربية للقارات تزداد رطوبة الهواء القطبي البحري بسبب طول المسافة التي يقطعها فوق المحيطات مما يعطيه الفرصة لحمل كمية كبيرة من بخار الماء أثناء مروره فوق المسطحات المائية . وبالإضافة إلى الهواء المداري البحري والقطبي البحري وهو الهواء الرئيسي الذي يؤثر في أحوال المناخ في مناطق المحيطات ، فإن المناطق المحيطية لا شك تقع أحياناً تحت تأثير الهواء المداري القاري والقطبي القاري وذلك في الأجزاء القريبة من الكتل اليابسة إذا كان اتجاه الهواء من اليابس إلى المحيط Offshore . وفي أغلب الأحيان يكون هذا الهواء القاري قد بدأ يفقد صفاته الأصلية التي كانت تميزه فوق اليابس وبذلك يبدو معدلاً Modified فإذا كان أصلاً يتميز بالجفاف فإنه يبدأ في حمل كميات من بخار الماء . وإذا كان حاراً فإنه يفقد بعض حرارته ويصبح لطيفاً ، وكذلك إذا كان قطبياً شديد البرودة فإنه يكسب بعض الدفء أثناء مروره فوق المحيطات [١] .

الجبهات الهوائية في مناطق المحيطات : مناطق الجبهات الهوائية Fronts في المحيطات هي :

أولاً : الجبهة المدارية Inter -Tropical Convergence وتقع هذه الجبهة في نطاق الضغط المنخفض الإستوائي بين ضد الإعصارين الكبيرين

---

(١) Kendrew , W. L. , Climotology » , Lodon, 1949.

المتمركزين حول خطى عرض ٣٠° شمالاً وجنوباً في نصفي الكرة . ولا يوجد تباين كبير بين خصائص الكتل الهوائية التي تلتقي على طول الجبهـة المدارية سواء من ناحية الحرارة أو الرطوبة ذلك لأنها كتل قادمـة من نفس العروض المدارية . وتسقط الأمطار في هذا النطاق نتيجة لعمليـة التصعيد التي تصيب الهواء المداري لدى وصوله إلى منطقة خط الإستواء . ويتوقف تحديد موقـع هذه الجبهة بالضبط ( إذ أنه ليس من الضروري أن يتمشى موقعها مع موقـع خط الإستواء الفلكي بدقة ، وقد تنحرف في أجزاء منها قليلاً نحـو الشمال أو الجنوب ) على موقع الضغط المرتفع شبه المداري وعلى موقـع منطقة الحرارة العظمى . حيث أن ظروف التسخين الشديد قد تجعل منطقة الحرارة العظمى تنتقل قليلاً إلى الشمال من خط الإستواء . وبصفة عامة يمكن القول أن الجبهة المدارية تتحرك شمالاً في يولية وأغسطس وتتحرك إلى الجنوب من خط الإستواء في شهري يناير وفبراير . وتسود في منطقة الجبهة المدارية العواصف الرعـدية والسحب من النوع الركامي وتسقط الأمطار .

٢ – الجبهات القطبية Polar Fronts وهي توجـد عادة إلى الشرق من سواحل القارات ، وفي نصف الكرة الشمالي في فصل الشتاء تفصل هذه الجبهة بين الهواء المداري البحري والهـواء القطبي القاري أو القطبي البحرى . وفي نصف الكرة الجنوبي في فصل الصيف تفصل الجبهة القطبية بـين الهواء المداري البحري والقطبي البحري . وفي فصل الشتاء توجد جبهة قطبية أخرى فـوق المحيط الهادي تفصل بين الهواء المداري البحري إلى الشرق والهـواء القطبي البحري إلى الغرب .

وفي فصل الصيف تتحرك الجبهة القطبية في نصف الكرة الشمالي نحو الشمال وذلك بسبب التغيرات الفصلية في قوة الضغط المرتفع شبه المداري . أمـا في نصف الكرة الجنوبي فإن الجبهة القطبية لا تتغير كثيراً من فصل لآخر .

٣ – الجبهة المتجمدة Arctic Front وتوجـــد هذه الجبهة في منطقة الامتداد القطبي لمناطق الضغط المرتفع ، وتفصل الجبهة المتجمدة بـين الهواء القطبي البحري والهواء القطبي القاري . وفي نصف الكرة الشمالي نجد أن هـذه الجبهة شبه دائمة ، غير أنها تضعف أحياناً وتقوى أحياناً أخرى . أما في نصف الكرة الجنوبي فإن قلة الدراسة حول منطقة القارة القطبية الجنوبية تجعل تحديد موقع الجبهة المتجمدة وطبيعتها أمراً مشكوكاً فيه وفي دقته . وعندما تكون الجبهة المتجمدة واضحة المعالم فإنه يتوقع وجود تساقط بكميات محدودة ويكون هذا التساقط عادة على هيئة ثلج .

## الأعاصير وضد الأعاصير في مناطق المحيطات :

أولاً : العواصف المدارية : تتكون العواصف المـدارية وهي نظم صغيرة الحجم بين خطي عرض ٥° شمالاً وجنوباً ، وذلك في نطاق نفوذ الجبهة المدارية التي سبق الكلام عنها . وتكثر في هذه المنطقة العواصف الرعدية خاصـــة في فصل الصيف . وتحدث العواصف المدارية في المحيط الهندي في الفترات الواقعة ما بين حدوث الموسميات الصيفية والموسميات الشتوية . كذلك تحدث العواصف المدارية حول جزر الفلبين وبحر الصين والجزء الأوسط والجنوبي من المحيط الهادي وبالقرب من جزر الهند الغربية في منطقة البحر الكاريبي وإلى الغرب من ساحل أمريكا الجنوبية وأمريكا الشمالية والوسطى ، وفي المحيـــط الهندي بالقرب من جزيرة مدغشقر ، وفي المنطقة الواقعة إلى شمال غرب قارة أستراليا . ومن أشهر هذه العواصف ما يلي :

١ – منطقة البحر الكاريبي بما في ذلك خليج المكسيك ، وتهب على هـذه الجهات العواصف المدارية التي يطلق عليهـــا إسم الهريكين Hurricanes وتتولد هذه العواصف فوق خليج المكسيك أو فوق البحر الكاريبي أو فـوق المحيط الأطلس الجنوبي ، ومن هذه المناطق تتجه عواصف الهريكين نحو شبه

جزيرة فلوريدا ، وهي أكثر جهات الولايات المتحدة تأثراً بهـذه العواصف ، كذلك يتأثر بها جنوب شرق وشرق الولايات المتحدة الأمريكيـــة ثم يتلاشى أثرها قرب لونج أيلاند Long Island قريباً من مدينة نيويورك .

وموسم الهريكين يشمل أواخر فصل الصيف وأوائل الخريف خاصة شهري أغسطس وسبتمبر ، وهي تهب سبع مرات في السنة في المتوسط ولكل عاصفة تاريخ حياة وأدوار يتتبعها رجال الأرصاد الجوية ويسجلون حركتها وتطورها ويصدرون إنذاراتهم لسكان المناطق المعرضة لخطر العاصفة . وتفقد الهريكين قوتها إذا تحركت فوق اليابس ذلك لأنها تفقد العامل الأساسي في قيامها واستمرارها ألا وهو بخار الماء الذي تستمده من المسطحات المائية التي تنشأ فوقها . وقد تتجدد العاصفة بمرورها فوق الماء مرة أخرى ويحدث هذا في حالة عبور العاصفة لشبه جزيرة فلوريدا من خليج المكسيك ثم عودتها إلى المحيط الأطلسي مرة أخرى. ومن أشد العواصف التي أصابت سواحل الولايات المتحدة تلك التي هبت على فلوريدا في سبتمبر سنة ١٩٢٦ ودمرت معظم مدينة ميامي على ساحل فلوريدا الشرقي وصحبت هذه العاصفة أمواج هائلة طغت على أجزاء من المدينة ، وقد قدرت الخسائر التي نجمت عن هذه العاصفـــة بحوالي ٨٠ مليون دولار .

٢ – منطقة البحر العربي وخليج بنغال وتصاب هذه المناطـــق بعواصف مدارية مدمرة تؤدي إلى عرقلة الملاحة خاصة في فصلي الصيف والخريـف ، وتحدث العواصف في هذه الجهات خاصة في فترات هدوء الرياح الموسمية، ويقدر حدوثها بحوالي ثلاث مرات في الموسم الواحد في المتوسط .

٣ – منطقة بحر الصين وحول جزر الفلبين ، وتعرف العواصف المدارية في هذه العروض باسم التيفون Typhoons ، وتصحب هــــذه العواصف أمطار غزيرة وهي تؤثر في منطقة واسعة وتصل سرعة الرياح أثناء هبوبها إلى حوالي

١٢٠ كيلو متر في الساعة ، لذلك تؤدي إلى تخريب المناطق الساحلية التي تتأثر بها . ومن أمثلة ذلك ما حدث لجزيرة لوزون Luzon إحدى جزر الفلبين .

٤ – منطقة المحيط الهندي ، وتتأثر بالعواصف المدارية في هذا المحيط الجهات الواقعة إلى الشرق من جزيرة مدغشقر ، ويكثر هبوب هذه العواصف في فصلي الشتاء والربيع ، ومتوسط هبوبها حوالي سبع مرات في السنة .

٥ – منطقة المحيط الهادي إلى الشرق من قارة أستراليا ويطلق على العواصف المدارية في هذه المنطقة إسم Willy Willy وموسمها فصلا الشتاء والربيع ، ومعدل هبوبها قليل لا يزيد عن مرتين في السنة .

وتبدأ العاصفة المدارية عادة بنصف قطر لا يزيد في المتوسط على ٨٠ كيلو متراً ، ثم تزداد مساحتها حتى يصل نصف قطرها إلى أكثر من ٧٠٠ كيلو متراً. وبسبب شدة عمق الانخفاض الجوي الذي يصاحب هذه العواصف نجد أن خطوط الضغط المتساوي تقترب من بعضها لذلك تهب الرياح سريعة نحو المركز . ويلاحظ أن المركز يكون عادة عديم السحب هادىء نوعاً ، لذلك قد يتوهم البعض أثناء مرور مركز العاصفة أنها قد انتهت ولكن لا تلبث العاصفة أن تتجدد مرة أخرى عندما يبدأ نصفها الآخر في المرور بالمنطقة .

ومن الملاحظ أن معظم المناطق التي تتأثر بالعواصف المدارية تقع على الجوانب الغربية من المحيطات ، وتحدث معظم هذه العواصف المدارية فوق الماء . والأجزاء اليابسة التي تتأثر بها محدودة للغاية .

ثانيا: أعاصير العروض الوسطى : تتكون هذه الأعاصير على طول الجبهات القطبية . وتتبع معظم الأعاصير في نصف الكرة الشمالي مساراً نحو الإنخفاض الألوشي في المحيط الهادي أو الإنخفاض الأيسلندي في المحيط الأطلسي . وفي

نصف الكرة الجنوبي تأخذ الأعاصير اتجاهاً نحو الجنوب الشرقي . وتختلف قوة الإعصار ومساره وسرعته من مكان لآخر . ففي نصف الكرة الشمالي يقل عدد الأعاصير وتضعف قوتها في فصل الصيف . وتصاحب الأعاصير سماء ملبدة بالغيوم وأمطار غزيرة . ويرتبط بمرور الأعاصير مرور أضداد الأعاصير خلفها وفي فترات مرور الأخيرة يسود جو صحو ميال للبرودة . غير أننا يجب أن نلاحظ أن الكتل الهوائية فوق المحيطات مهما كانت جافة وثابتة إلا أنها تحمل قدراً من بخار الماء يفوق مثيلاتها فوق اليابس ، لذلك تزداد نسبة السحب فوق المحيطات عنها فوق القارات في نفس العروض .

الأقاليم المناخية . لا شك أن الظروف المناخية المحلية تختلف في مناطق البحار والمحيطات عنها في مناطق القارات ، فأدفأ شهور السنة في مناطق البحار والمحيطات هو شهر أغسطس وأبرد شهور السنة هو شهر فبراير ( في نصف الكرة الشمالي والعكس في نصف الكرة الجنوبي ) .

ويمكن تقسيم مناطق البحار والمحيطات إلى الأقاليم المناخية الآتية :

١ - الأقاليم الاستوائية :

تتمتع هذه الأقاليم بصفة عامة بأمطار غزيرة في كل شهور السنة ، غير أن كمية المطر تختلف من حين لآخر طبقاً لموقع الجبهة المدارية ، ففي الأجزاء الواقعة شمال خط الإستواء تزداد الأمطار في الفترة من شهر يونيه حتى شهر سبتمبر ، بينما يحدث العكس في نصف الكرة الجنوبي ، أما في المحيط الهندي فهناك فصل مطر وفصل جفاف واضح . ولا ترتفع نسبة السحب كثيراً في الأقاليم الإستوائية رغم كثرة الأمطار ذلك لأن السحب في هذه الأقاليم تكون عادة من النوع الركامي الذي لا يغطي السماء كلها في وقت واحد وإنما يترك فتحات في السماء . وتزداد السحب عادة في الساعات المبكرة من النهار . وترتفع هنا درجات الحرارة طول العام .

٢ – الأقاليم المدارية وشبه المدارية :

تتوقف كمية المطر في النطاق الممتد من الأقاليم المدارية حتى خط عرض ٣٥° شمالاً وجنوباً على مركز وقوة ضد الإعصار عند عروض الخيل . وتتميز الأجزاء الشرقية من منطقة ضد الإعصار بالجفاف ، بينما الأجزاء الغربية منها تتميز بالمطر الغزير ، كذلك يلاحظ أنه في الأطراف القريبة من خط الإستواء يوجد فصل مطر وفصل جفاف ، وفصل الجفاف هو فصل الشتاء . وتسود درجات حرارة مرتفعة في هذا الإقليم فيما عدا المناطق الآتية :

ا – بالقرب من سواحل الصين حيث توجد مياه باردة .

ب – المناطق القريبة من سواحل كاليفورنيا وبيرو وغرب إفريقية وغرب أستراليا وهنا يسود مناخ صحراوي أو شبه صحراوي .

٣ – الأقاليم المعتدلة وشبه القطبية :

فيما وراء خطي عرض ٣٠° شمالاً وجنوباً تسقط الأمطار مرتبطة بمرور الأعاصير ، لذلك تغزر الأمطار في مواقع الجبهات القطبية ، وفي المحيط الأطلسي يمتد هذا النطاق من الساحل الجنوبي الشرقي للولايات المتحدة الأمريكية حتى جزيرة أيسلندة ، ويوجد نطاق يمتد في مثل هذا الاتجاه من الجنوب الشرقي إلى الشمال الغربي . ويوجد نطاقان فوق المحيط الهادي يتفقان مع الجبهتين الواقعتين عليه في كلا نصفي الكرة .

وإلى الشمال من خط عرض ٥٥° شمالا أو إلى الجنوب من خط عرض ٥٥° جنوباً يؤدي انخفاض الحرارة انخفاضاً شديداً إلى قلة بخار الماء في الهواء ومن ثم قلة المطر . وتحدث قمة المطر من العروض المعتدلة في فصلي الشتاء والخريف ، أما في العروض العليا فتحدث قمة المطر في فصل الصيف . وتتفق نسبة السحب

مع موسم الأمطار ، وذلك فيما عدا المناطق التي يحدث بها الضباب المتنقل Advectional Fog ، وذلك مثل السواحل الشرقية لأمريكا الشمالية وآسيا إلى الشمال من خط عرض ٣٥° شمالا ، إذ أن مرور الهواء الدافىء فوق المياه الباردة يؤدي إلى تكوين الضباب ويزداد الضباب خلال فصل الصيف لأن الهواء يكون أكثر دفئا خلال هذا الفصل .

وبالإضافة إنخفاض الحرارة مع التغير في خطوط العرض فهناك التغيرات في الحرارة نتيجة لوجود التيارات البحرية سواء منها التيارات الباردة أو الدفيئة كما ذكرنا في جزء سابق .

# الفصل السابع

# حركة المياه في البحار والمحيطات

## أولا : الأمواج

تؤثر الأمواج في تشكيل المناطق الساحلية تأثيراً كبيراً سواء بالنحت أو الإرساب . ويقتصر تأثير الأمواج العادية التي تنشأ عن هبوب الرياح على سطح الماء على أعماق لا تزيد عن بضع مئات من الأقدام . ولكي نفهم الأسباب التي أدت إلى تباين مظاهر السطح في المناطق الساحلية وفي قيعان المحيطات لا بد أن نلم بدراسة للأمواج أولاً .

### أهمية الأمواج ودلالتها :

قام بدراسة الأمواج وحركتها عدد كبير من علماء الهندسة والطبيعة والجيولوجيا . وقد أدى هذا إلى زيادة الاهتمام بدراسة الأمواج اشتداد الطلب من جانب الأساطيل البحرية خلال الحرب العالمية الثانية لمعلومات عن الأمواج وما تفعله خاصة بالقرب من الشواطىء ، إذ المعروف أن عمليات رسو السفن وإنزال الجنود تتأثر بحالة الأمواج . لذلك لا بد من التنبؤ بحالة الأمواج في

المنطقة قبل الميعاد المطلوب لعمليـات وصول السفن أو إنزال الجنود بعدة أيام حتى يمكن تحديد ميعاد الرسو يتناسب مع فترة تكون فيها الأمواج في حالة هدوء نسبي .

وقد عملت دراسات دقيقة لحركة الأمواج وارتفاعاتها وفترات ثورانهـــا وهدوءها ، وبذلك كانت العمليات البحرية في المحيطين الهادي والأطلسي تهتدي بتلك الدراسات في عملياتها البحرية الحربية بما سهل مهمتها إلى حد كبير . ويذكر أنه في غزو نورماندي خلال الحرب العالمية الثانية عندما حاول الحلفـاء إنزال قواتهم على ساحل نورماندي بفرنسا حدث أن تأجل يوم الغزو من ٥ يونية سنة ١٩٤٤ إلى اليوم التالي وذلك بسبب التنبؤ بحدوث أمواج عالية في ذلك اليوم ، وقد تمت عمليات إنزال الجنود والعتاد في أوقات محددة طبقاً للتنبؤات التي عملت لحالة الأمواج في تلك المنطقة ساعة بساعة .

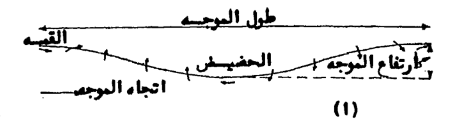
ومنذ انتهاء الحرب العالمية الثانية عكف علماء المتيورولوجية والإقيانوغرافية على دراسة الأمواج بوسائل أفضل من ذي قبل . ثم استخدمت هذه الدراسات للأغراض المدنية وقد أثبتت تلك الدراسات فوائد جمة في عمـل بعض المنشآت الساحلية مثـــل آبار البترول التي فتحت في منطقة خليج المكسيك بعيداً عن الساحل ، ومثل أبراج الرادار على سواحل ولاية تكساس Texas في الولايات المتحدة الأمريكية . إذ أن مواقع هــذه المنشآت قد حددت بناء على دراسات للأمواج في المنطقة ووضعت بحيث يكون تأثرها بالأمواج أقل ما يمكن وبطريقة تمكنها من أداء عملها على أكمل وجه ودون ضرر يلحق بها من حالة الأمواج في المنطقة . وهكذا يتضح لنا مدى أهمية دراسة الأمواج سواء لأغراض الحرب أو أغراض السلم .

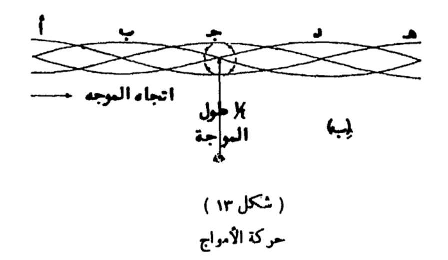
## حركة الأمواج

عندما تتحرك الموجة من البحر في اتجاه الساحل فإن الجزء الأعلى من الموجة يسمى قمة الموجة Crest ، والجزء الأسفل من الموجة يسمى المنخفض أو القاع Trough . أما المسافة بين قمة الموجة والقمة الأخرى التي تليها فتعرف بطول الموجة Wave length ، وأما المسافة الرأسية بين القمة والقاع فتسمى ارتفاع الموجة Wave height . ويطلق على المدة التي تستغرقها مرور الموجة من قمة إلى قمة أخرى تسمى هذه المدة فترة الموجة [1] Wave period .

ومن الملاحظ أنه عند قمة الموجة تتحرك المياه في اتجاه تقدم الموجة أي نحو الساحل ، ولكن عند القاع أو المنخفض في أسفل الموجة فإن المياه تتحرك في الاتجاه الآخر المضاد أي من الساحل نحو الداخل . غير أن هذا الوصف يعد وصفاً نظرياً أو مثالياً للأمواج المنتظمة التي تتحرك بصورة رتيبة وتحت الظروف العادية . أما الحركة الفعلية للأمواج خاصة في أوقات هياج البحر فهي غاية في التعقيد ، إذ أنه عندما تهب رياح عنيفة على سطح مياه البحار والمحيطات تحدث حركة في المياه في جميع الاتجاهات . وتوجد أجزاء منخفضة وأخرى مرتفعة نتيجة لذلك ، وتتحرك الأمواج الكبيرة حتى تختفي آثارها في وسط الأمواج الصغيرة . وقد تستمر حركة الأمواج حتى تصل إلى الساحل الذي قد يكون بعيداً عن مصدر الرياح وعن المكان الذي نشأت فيه الأمواج في بادىء الأمر ( انظر شكل ١٣ ) .

(١) Macmillan , D. H. , Waves and tides , London , 1952 , p. 96 .




( شكل ١٣ )

حركة الأمواج

وتسمى الأمواج التي تحدث في وقت العاصفة بالبحر Sea ، أما الأمواج التي تخرج عن نطـــاق منطقة العاصفة فتسمى بالتضخم Swell ، والتضخم أكثر انتظاماً من البحر وذلك لأن الأمواج الطويلة تسير بسرعـــة أكبر من الأمواج القصيرة التي تختفي قريباً من منطقة العاصفة .

ومن الخصائص الهامـــة للأمواج أن جزئيات الماء فيها تتحرك في حركة دائرية بحيث تعود إلى أماكنها الأصلية ، وإن كان من المسلم به أن هناك حركة أمامية بسيطة للمياه . وتقل الحركة الدائرية لمياة الأمواج كلما زاد العمق بحيث

تنعدم تقريباً على عمق يساوي نصف طول الموجة،لذلك تظل الغواصات والسفن الغارقة في أماكنها دون حركة أثناء حدوث العواصف والأمواج .

وقد تصل حركة الأمواج إلى أعماق بعيدة في الظروف غير العـــادية نتيجة لحدوث عواصف شديدة من نوع الهريكين والتيفون . ولكن ليست هذه هي القاعدة العامة في حدوث وحركة الأمواج .

فقد حدث على السواحل الغربية لجزيرة أيرلندة أن حركت الأمواج صخوراً يبلغ وزنها مئات الارطـــال على عمق مائة قدم . والذين يعيشون على سواحل جنوب كاليفورنيا يشاهدون في فصل الصيف أمواجاً عالية قادمة نحو الشاطىء رغم عدم وجود أي أثر لعواصف في المنطقة . وفترة الموجة من هـذه الامواج تتراوح بين ٨، ١٨ ثانية . وقد يكون مصدر هـذه الأمواج من جنوب المحيط الهادي إلى الشرق من جزيرة نيوزيلندة .

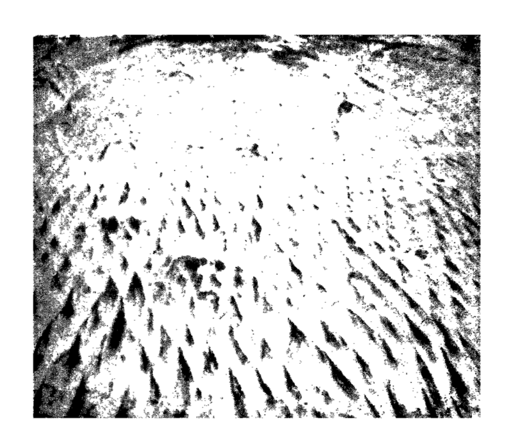
وتحدث الامواج العالية في نصف الكرة الجنوبي أثنـاء فصل الشتاء الجنوبي لأنه فصل العواصف في ذلك القسم من العالم. أما الامواج التي تشاهد على سواحل جنوب كاليفورنيا في الشتاء فهي عادة تأتي من الشمال الغربي حيث توجد مراكز العواصف إلى الجنوب من الجزر الألوشية Aleutian Is. وعلى سواحـل أوربا تشاهد أمواج عالية قادمة من أجزاء مختلفة في وسط المحيط الاطلسي إلى الجنوب من جزيرة جرينلندة .

أما الذين يسكنون السواحل الشرقية للولايات المتحدة الامريكية فقلمـــا يشاهدون ذلك النوع من الامواج العالية ومعظم الامواج التي تشاهد في ذلك القسم من أمريكا الشمالية من النوع الصغير الذي ينشأ عن عواصف محلية صغيرة ، ذلك لأن الامواج الكبيرة تتجه نحو الشرق مـع اتجاه الرياح الغربية العكسية وهي الرياح السائدة في تلك العروض .

وعندما تقترب الامواج من الشاطىء فمن الطبيعي أن الموجة سيزداد ارتفاعها لأن عمق المياة سوف يقل بالاقتراب من الشاطىء، لذلك تقل سرعة الموجة ويقل أيضاً طولها ، وبالتالي يزداد ارتفاعها . وعندما تزداد السرعة عند قمة الموجة عن سرعة الموجة كلها بحيث تسبق القمة بقية الموجة ، فإنه لا بد للموجة أن تتكسر It breaks وعندما تتكسر الموجة تتحرك المياه فوق رمال الشاطىء ثم تعود مرة أخرى إلى الوراء ، وقد تكون حركة الأمواج نحو الشاطىء Uprush ثم من الشاطىء مرتدة نحو البحر backwash شديدة للغاية . وتؤدي حركة تكسر الأمواج على الشواطىء إلى حدوث عملية نحت شديدة في الجزء الساحلي الذي يتأثر بهذه الأمواج . فتعمل الأمواج أحياناً على نحت أجزاء من الهضاب التي تطل على الساحل وتحمل أطنان من الرمال إلى الشواطىء في عملية الإرساب . كذلك تقوم الأمواج أحياناً ببناء جزر صغيرة قريباً من الشواطىء. وتتم عمليات النحت والإرساب التي تقوم بها الامواج في وقت قصير نسبياً . ومن أمثلة ذلك منطقة رأس كود Cape Cod على الساحل الشرقي للولايات المتحدة الامريكية . ويرجع تكوين رأس كود في بادىء الامر الى الركامات الجليدية النهائية التي تركت رواسبها في هذا الجزء الساحلي من شرق الولايات المتحدة بعد أن ذابت واختفت في آخر المراحل الجليدية المعروفة في عصر البليستوسين. وقد أكلت الأمواج ونحتت من رأس كود حوالي ثلاثة كيلو مترات منذ نهاية العصور الجليدية حتى الوقت الحاضر . ولو استمرت عملية النحت بنفس السرعة الحالية فإن المنطقة كلها سوف تختفي بالنحت والتآكل الناتج عن فعل الامواج في مدة تتراوح بين ٤٠٠٠ ، ٥٠٠٠ سنة .

وتقوم الأمواج بتفتيت صخور التكوينات الساحلية ثم تستخدم هذه الصخور كمعاول لنحت أجزاء أخرى من التكوينات الساحلية ثم تنهار أجزاء كبيرة من الصخور بالتداعي .

وبالطبع تكون عمليات النحت أشد وأسرع في مناطق السواحل الصخرية وبطيئة في مناطق السواحل الرملية والطينية. وقد دلت الدراسات الإقيانوغرافية على أن الجزر البريطانية تفقد أجزاء كبيرة من تكويناتها الساحلية بمرور الزمن ( أنظر شكل ١٤ ) .

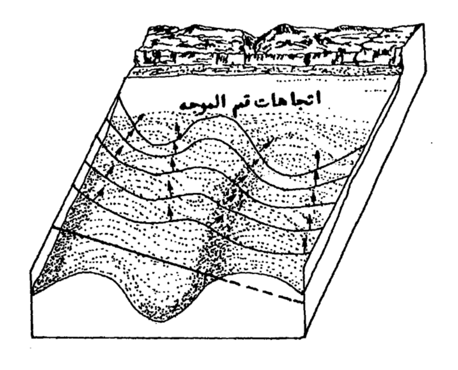


( شكل ١٤ )

أثر نحت الامواج في منطقة الساحل

## أنواع الأمواج :

هناك نوعان من الأمواج أحدهما ينتج عن زلازل تحدث في قــاع البحر أو المحيط ، ونوع آخر من الامواج يحدث نتيجة لعاصفة هوائية غير عادية تدفــع كتلة هائلة من المياه أمامها. ومعظم الامواج الأخرى العادية فإنها تنتج عن الرياح العادية البسيطة . ومعظم الأمواج التي تحدث عن حركة تكتونية هي ما يسمى باسم تسونامي Tsunami وتتولد هذه الامواج في الاعماق البعيدة للمحيطات




( شكل ١٥ )

علاقة حركة الامواج بطبوغرافية قاع البحر

نتيجة لحركة رفع وعدم استقرار في جزء من أجزاء قاع المحيط . ( أنظر أشكال ١٥ ، ١٦ ، ١٧ )

ونحن إذا استعرضنا التاريخ منذ أقدم العصور حتى الوقت الحاضر نجد دائماً ذكراً لهذا النوع من الامواج القليلة الحدوث العظيمة الأثر . وقد ورد ذكر إحدى هذه الامواج على الساحل الشرقي للبحر المتوسط في عام ٣٥٨ ميلادي . وقد أدت تلك الامواج إلى تغطية بعض الجزر في حوض البحر المتوسط وبعض السواحل المنخفضة المحيطة بالبحر المتوسط . وبعد زلزال لشبونة المشهور في سنة



( شكل ١٦ )

تقدم أمواج التسونامي نحو الساحل



( شكل ١٧ )

التخريب الناتج عن التسونامي

١٧٥٥م حدثت أمواج على ساحل قادس وصل ارتفاعها إلى خمسين قدماً. وقد أثرت هذه الأمواج في الجزء الغربي من المحيط الاطلسي إذ وصلت إلى جزر الهند الغربية بعد تسع ساعات من حدوثها بالقرب من الساحل الإسباني . وفي سنة ١٨٦٨م تأثر جزء يبلغ طوله حوالي ٣٠٠٠ ميل من الساحل الغربي لأمريكا الجنوبية بالزلازل وما لبث بعد ذلك بقليل أن انحسر البحر عن الساحل تاركاً سفناً كانت راسية في مياه عمقها ٤٠ قدماً غارقة في الوحل ، ثم عادت المياه مرة أخرى في شبه موجة هائلة فقذفت بالسفن إلى داخل اليابس القاري .

ومن المعروف أن التسونامي يحدث نتيجة لزلازل في مناطق بعيدة عن الاجزاء التي تتأثر به ، وفي وسط المحيط يكون ارتفاع سطح الماء مجرد قدم واحد أو قدمين ، أما طول الموجة في حالة التسونامي فقد يصل إلى ٩٠ ميلاً بين قمة الموجة والقمة الأخرى . وقد أمكن في الوقت الحاضر التنبؤ بحدوث هذا النوع من الامواج ، فقد أقامت الولايات المتحدة الامريكية سلسلة من المحطات الساحلية لتسجيل الزلازل التي تحدث في قاع المحيط ، والتي قد تؤدي إلى حدوث التسونامي . وبمجرد حدوث الزلزال يلاحظ سطح الماء في المناطق الساحلية فإذا وجد أن هناك أي ارتفاع في سطح الماء فإن هذا يعتبر بادرة لحدوث التسونامي فتصدر إنذارات إلى بقية الجهات الساحلية خاصة في سواحل جزر هوائي في المحيط الهادي وهي أكثر جهات الولايات المتحدة الامريكية تأثراً بظاهرة التسونامي .

وهناك نوع آخر من الأمواج يحدث نتيجة لتغير كبير في حالة الضغط الجوي. ومثال ذلك منطقة الضغط المنخفض إلى الجنوب مباشرة من جزيرة أيسلندة ويطلق عليها عادة منطقة الضغط المنخفض الأيسلندي وهي منطقة ضغط منخفض كبيرة ودائمة في فصول السنة المختلفة وتعتبر مصدراً للأعاصير التي تتحرك في العروض الوسطى والعليا متجهة من الغرب إلى الشرق فوق أوربا

وحوض البحر المتوسط . وتؤثر الامواج الناتجة في منطقة الضغط المنخفض الايسلندي في جهات تبعد كثيراً عن المناطق التي تنشأ فيها في بادىء الأمر ومن أمثلة ذلك الامواج التي تحدث على الساحل الغربي لقارة أمريكا الشمالية في فصل الشتاء فهي ناتجة عن الأعاصير التي تتحرك من منطقة الضغط المخفض الألوشية – وهي منطقة ضغط شبيهة بمنطقة الضغط المنخفض الايسلندية – في شمال المحيط الهادي بالقرب من السواحل الغربية لشبه جزيرة ألاسكا . كذلك يتعرض ساحل المغرب للأمواج المصاحبة للأعاصير التي تصيب هذا الساحل في فصل الشتاء . وفي مسافة ٥٠٠ ميل على طول الساحل الغربي للمغرب لا يوجد ميناء واحد لا يتعرض لمثل هذه الأمواج خلال فصل الشتاء .

كذلك توجد مثل هذه الأمواج على الساحل الغربي لأمريكا الجنوبية في قسمها الجنوبي الممتد في جمهورية شيلي وهي منطقة أعاصير وعواصف خاصة في فصل الشتاء وتسمى الامواج الناتجة عن الأعاصير في هذا الجزء من أمريكا الجنوبية باسم راسكاس Rascas .

## ثانياً : التيارات البحرية

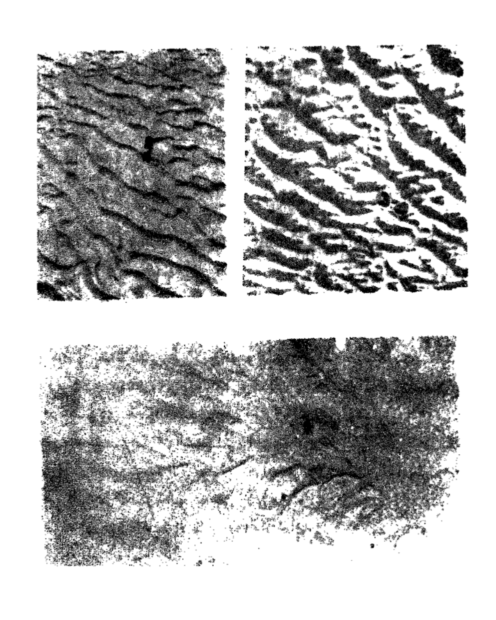
تعتبر التيارات البحرية Ocean Currents أهم حركة تحدث في مياه البحار والمحيطات . وتتأثر التيارات البحرية في حركتها بعدة عوامل منها تأثير دوران الأرض حول نفسها وهذه الحركة تؤثر في اتجاهات التيارات البحرية . كذلك يؤثر في التيارات البحرية حركة الرياح وهي في الواقع المسبب الأصلي الأول الذي يعمل على حركة الماء . وتتأثر التيارات كذلك بجاذبية الشمس والقمر في حركتها . ومن العوامل الأخرى التي تؤثر في حركة التيارات البحرية

حرارة الماء ، إذ المعروف أن اختلاف درجات حرارة الماء بين العروض المدارية والعروض القطبية يؤدي إلى حركة الماء وتبادله بين هـــذه العروض وتلك . وعندما يسخن الماء وترتفع درجة حرارته فإنه يتمدد ويصبح أقل وزناً ، بينما يزداد ثقل المياة الباردة ، لذلك فإن المياة الإستوائية الدفيئة تتجه نحو القطبين في الجزء السطحي من المحيط ، والمياة القطبية الباردة تصـــل إلى العروض الإستوائية في الطبقات السفلى من المحيط . ويغير من هذه الصورة أحياناً تأثير الرياح . إذ أن التيارات البحرية عبارة عن حركة سطحية للميـاة لذلك فهي تتأثر بالرياح السطحية في حركتها ، ثم تنحرف إلى اليمين أو اليسار بسبب تأثير دوران الأرض حول نفسها حسب قانون فرل وانحرافها إلى اليمين يتم في نصف الكرة الشمالي وإلى اليسار في نصف الكرة الجنوبي . وملخص حركة التيارات البحرية أن هناك دورتان كبيرتان للتيارات البحرية في النصف الشمالي من الكرة الأرضية إحداهما مع الدورة العامة للرياح في منطقة ضد الأعصار في العروض شبه المدارية ، والأخرى مع دورة الهواء في منطقة الإعصار الواقعة في العروض الوسطى والعليا . وتوجد دورتان كبيرتان مماثلتان في المحيط الهادي إلى الشمال من خط الإستواء . وهناك في كل من المحيط الأطلسي والمحيـــط الهادي إلى الجنوب من خط الإستواء دورتان كبيرتان أخريان تتفقان مـــع دورة الهواء واتجاهات التيارات البحرية فيها عكس اتجاهات التيارات البحرية المماثـلة في نصف الكرة الشمالي . أما في المحيط الهندي ومحيط القطب الشمالي ومحيط القطب الجنوبي فإن التيارات البحرية لا تخضع لهذه الدورات المنتظمة التي لاحظناها في المحيطين الأطلسي والهادي .

وفيما يلي دراسة للتيارات البحرية في كل محيط من المحيطات المختلفة .

**المحيط الأطلسي :**

نال المحيط الأطلسي بالذات اهتمامـاً كبيراً في الدراسة وذلك لكثرة عبوره



( شكل ١٨ )

أثر التيارات البحرية في منطقة الرفرف القاري

واستخدامه في الملاحة والتجارة الدولية . ونحن إذا استعرضنا التيارات البحرية المختلفة في هذا المحيط نجد أولاً التيارات الاستوائية التي تتجه قوية نحو الغرب بحيث كانت هذه التيارات تعتبر عقبة في سبيل السفن المتجهة من المحيط الأطلسي الشمالي إلى الجزء الجنوبي منه . وهناك تيار إستوائي يتجه من المحيط الأطلسي من الشرق إلى الغرب على صول العروض الإستوائية . وتيـار إستوائي عكسي أو مرتد Equatorial Counter Current يسير في اتجاه معاكس للتيـــار الإستوائي أي من الغرب إلى الشرق .

أما تيار الخليج الدافىء Gulf Stream فهو امتداد نحـو الشمال الشرقي للتيار الإستوائي ، ويبلغ عرض هذا التيار حوالي ٩٥ ميلاً وعمقه من السطح حتى العمق حوالي ميل ، ويتحرك تيار الخليج الدافىء بسرعة كبيرة . ويزيد من قوته أن الرياح الشرقية في المنطقة وهي الرياح التجارية تحمل كميات كبيرة من مياة المحيط الاطلسي على الاتجاه نحو الشرق فيرتفع بذلك مستوى المياه في قناة يوكاتان Yucatan Channel وكذلك في خليـج المكسيك بحيث يصل ارتفاع مستوى سطح الماء عند الطرف الجنوبي لشبه جزيرة فلوريدا ١٩ سنتيمترا أكثر منه عنـــد الطرف الشمالي لشبه الجزيرة . ونحو الشمال على طول الساحل الشرقي للولايات المتحدة الأمريكية وبعد أن يترك ساحل فلوريدا يتبع تيـار الخليج خطوط الكنتور البحرية حتى رأس هاتـيراس Cape Hatteras . ثم ينحرف إلى عرض المحيط الأطلسي في اتجاه شمالي شرقي . ويوجد حد واضح بين مياه تيار الخليج الدافئة وبين مياه تيار لبرادور الباردة القادمة من الشمال إلى الجنوب . ويظل اتجاه تيار المحيط الأطلسي الشمالي نحو الشرق خاصة وأن المياه الباردة المتجهة من منطقة جرينلندة تساعد على دفعه إلى هذا الاتجـاه . وعندما يقترب تيار الخليج أو تيار المحيط الأطلسى الشمالي من الساحل الأوربي يتفرع إلى ثلاثة فروع أحدها إلى الجنوب والآخر إلى الشمال نحو بحر النرويج وشرقاً إلى الساحل الأوربي في خط مستقيم ، ويصبح الفرع المتجـه جنوباً على

طول الساحل الغربي لأوربا فيما بعد تيار كناريا البارد الذي يستمر على طول الساحل الشمالي الغربي للقارة الإفريقية ويصل هذا التيار بمياهه الباردة إلى العروض المدارية قرب خط عرض ١٥° شمالاً .

وتشبه التيارات البحرية في المحيط الأطلسي الجنوبي تلك التي توجد في النصف الشمالي من هذا المحيط ، غير أن اتجاهها يصبح ضد عقارب الساعة . فالتيار الإستوائي الذي سبق الكلام عنه في المحيط الأطلسي الشمالي يتفرع منه فرع جنوبي بعد اصطدامه بالساحل الشرقي لأمريكا الجنوبية وهذا الفرع توأم للفرع الشمالي الذي يكون تيار الخليج الدافىء . وهذا الفرع الجنوبي الذي يتجه على طول الساحل الشرقي للبرازيل تيار دافىء يطلق عليه تيار البرازيل الدافىء Brazil Current وهذا التيار الدافىء يستمر حتى أقصى الطرف الجنوبي لقارة أمريكا الجنوبية ثم يتجه بعد ذلك شرقاً مع اتجاه الرياح الغربية العكسية السائدة في هذه العروض ويسمى هنا تيار أنتاركتيكا .

أما عند الطرف الجنوبي للساحل الإفريقي فهناك تيار بنجويلا البارد Benguela Current الذي يتجه شمالاً على طول الساحل الغربي لجنوب إفريقية ويصل هذا التيار إلى قرب العروض الإستوائية حاملاً المياة الباردة إلى مناطق قريبة من خط الإستواء .

## المحيط الهادي :

في المحيط الهادي نجد أولا التيار الإستوائي Equatorial Current الذي يعتبر أطول التيارات البحرية في العالم وهو يسير في اتجاه من الشرق إلى الغرب وذلك ما بين سواحل بنما Panama من ناحية وسواحل جزر الفلبين من الناحية الأخرى ، ولا يقابل هذا التيار الإستوائي أية جزر في الطريق تعمل على إعاقة سيره أو تغيير مجراه . وعندما يصل هذا التيار إلى جزر الفلبين يتفرع فيتجه

جزء منه نحو الشمال وهذا هو تيار اليابان الدافىء . وجزء آخر يظل في اتجاهه نحو الغرب متجولا بين جزر الساحل الآسيوي بينما جزء ثالث يرتد نحو الشرق وهو التيار الإستوائي المرتد أو المعاكس . ويطلق على تيار اليابان الدافىء أحياناً إسم تيار كيروشيو Kuroshio أو التيار الأسود . ويظل هذا التيار في إتجاهه الشمالي حتى يدفعه شرقاً تيار أوياشيو Oyashio البارد . ويأتي تيار أوياشيو من بحر أختسك Okhotsk ومضيق برنج Bering . وتشتهر منطقة تقابل تيار اليابان وتيار أوياشيو بكثرة الضباب . وباتجاه تيار اليابان نحو الشرق تصل مياهه الدفيئة إلى سواحل أمريكا الشمالية بعد أن تنخفض درجة حرارتها نتيجة لمرورها في الأجزاء القطبية الباردة . ويتجه هذا التيار البارد نحو الجنوب على طول الساحل الغربي لأمريكا الشمالية تحت إسم تيار كاليفورنيا البارد .

وفي المحيط الهادي الجنوبي توجد أقوى التيارات البحرية التي تجد مجالا هائلا مفتوحاً في ذلك المسطح المائي العظيم ، غير أن جزر المحيط الهادي الجنوبي في هذا الجزء تقف كمعقبات أمام تلك التيارات ومثال ذلك التيار الإستوائي الذي تعمل الجزر على دفعه نحو الجنوب ، وكذلك تعمل على تقليل سرعته وأضعافه وتفرقة مياهه بحيث يصل إلى منطقة جزر الهند الشرقية وأستراليا ضعيفاً مشتتاً .

وعلى الساحل الشرقي لأستراليا يجري تيار شرق أستراليا الدافىء حتى يتصل بتيار أنتاركتيكا المتجه من الغرب إلى الشرق مع اتجاه الرياح الغربية العكسية كما هو الحال في جنوب المحيط الأطلسي ، غير أن تيار المحيط الهادي أشد قوة .

أما تيار همبولت Humboldt ويسمى أحياناً تيار بيرو فهو تيار بارد يتجه شمالا على طول الساحل الغربي لأمريكا الجنوبية وتتميز مياه تيار بيرو

بالبرودة الشديدة وتساعد برودته على وفرة الحياة الحيوانية المائية في المنطقة التي يمر بها وعلى تلك الحيوانات تتغذى الطيور المسماة Guano . وبعد أن يترك هذا التيار ساحل بيرو يظل في اتجاهه الشمالي حاملاً مياهه الباردة إلى قرب خط الإستواء .

**المحيط الهندي :**

تخضع التيارات البحرية في هذا المحيط للرياح الموسمية وبذلك يتغير نظامها تبعاً للفصول . فإلى الشمال من خط الإستواء تتجه المياة نحو الشمال أو نحو الجنوب حسب اتجاه الرياح . ففي فصل الصيف الشمالي عندما تسود الرياح الموسمية الصيفية المتجهة من المحيط إلى اليابس الأسيوي تتحرك التيارات البحرية من الجنوب إلى الشمال ، وفي فصل الشتاء الشمالي عندما تهب الرياح الموسمية الشتوية من اليابس إلى الماء تتحرك التيارات البحرية من الشمال إلى الجنوب مع اتجاه الرياح .

أما إلى الجنوب من خط الإستواء فتدور التيارات البحرية في المحيط الهندي ضد عقارب الساعة وذلك نحو الغرب إلى جنوب خط الإستواء مباشرة ثم جنوباً على طول الساحل الإفريقي تحت إسم تيار موزمبيق الدافىء ثم شرقاً في اتجاه أستراليا ثم شمالا على طول الساحل الأسترالي تحت إسم تيار غرب أستراليا البارد .

**محيط القطب الجنوبي :**

لا يخضع هذا المحيط للقواعد السابق ذكرها عن المحيطات الأخرى ذلك لأن المحيط الجنوبي عبارة عن نطاق متصل من الماء يدور حول الكرة الأرضية كلها لذلك تتجه المياه في حركتها في اتجاه عام من الغرب إلى الشرق وذلك مع اتجاه الرياح الغربية . ويزيد من قوة هذا التيار المياة التي تضاف إليه عن طريق

الثلوج الذائبة التي تذوب في فصل الصيف وتندفع من القارة القطبية الجنوبية والبحار المحيطة بها نحو الشمال . أما محيط القطب الشمالي فنجد أنه بسبب ضيقه وإحاطته باليابس وتجمد معظم مياهه فإن حركة التيارات البحرية به غير واضحة المعـالم .

ومن البحار التي تحدث بها تيارات بحرية البحر المتوسط وتوجد به دورة للماء تسير ضد عقارب الساعة فهي تتجه شرقاً على طول الساحـــل الجنوبي للبحر المتوسط ثم شمـــالاً على طول ساحل فلسطين ولبنان وسورية ثم غرباً على طول السواحل الشمالية للبحر المتوسط حتى تصل إلى سواحل شبه جزيرة أيبيريا حيث يدور التيار البحري نحو الجنوب .

ومن الظواهر المتعلقة بالتيارات البحرية أن تقابـل تيارين بحريين مختلفين في حرارتهما يؤدي إلى ارتفاع المياة الدفئية فوق المياه الباردة، وتؤدي هذه الحركة إلى صعود الكثير من الأسماك والحيوانات المائية والنباتات البحرية إلى السطح . وتوجد سواحل كثيرة تشتهر بمصايدهـا نتيجة لهذه الحالة فساحل الجزائر مثلاً يشتهر بمصايد السردين والساحل الغربي للمغرب والساحل الجنوبي الغربي لإفريقية والبحر العربي قرب عمان وساحل الصومال وساحل جزيرة نيوفوندلند وحول جزر اليابان، كل هذه مناطق تكثر بها المصايد إما نتيجة لتقابل تيارين أحدهما دفيء والآخر بارد ومن ثم صعود الماء الدفيء فوق الماء البارد . أو نتيجة لوجود رياح سطحية قوية بحيث تزيح الماء السطحي الدفيء فيظهر الماء السفلي البارد على السطح ويطلق على عملية ظهور الماء السفلي البارد على السطح إسم Upwelling وذلك مثل ساحل الصومال والبحر العربي وساحـل المغرب وساحل الجزائر . أما مناطق تلاقي التيارات فأشهرها ساحل نيوفوندلند وحول جزر اليابان .

## ثالثاً : حركة المد والجزر

شغلت دراسة حركة المد والجزر، أو ارتفاع مستوى سطح البحر وانخفاضه في أوقات معينة أذهان الرياضيين في القرون الثلاثة الماضية . ومن المتفق عليه أن حركة المد والجزر تنتج عن الجاذبية بالإضافة إلى عوامل أخرى . وقد زاد الاهتمام بدراسة هذه الظاهرة في السنوات الأخيرة ، غير أن هذه الدراسات لم تكتمل حتى الآن بالصورة المرجوة . ومن أكثر الأمور التي يسعى العلماء إلى الوصول إليها هي تحديد مدى ارتفاع المياه في وقت معين والقدرة على التنبؤ بذلك، وقد تكون صعوبة تقرير ذلك راجعة إلى وجود عوامل كثيرة متداخلة مع بعضها هي التي تقوم بذلك التغيير في درجة ارتفاع سطح الماء .

ولا شك أن دراسة حركة المد والجزر تهم الملاحة البحرية وقد تساعد على الملاحة في بعض المسطحات المائية الضحلة التي لا تتيسر فيها الملاحة لولا حركة المد . كما أن معرفة درجة المد والجزر تهم البحارة والعاملين في إنشاء مرامي السفن والمواني وغير ذلك من المنشآت الساحلية .

وكان أول العلماء الذين اهتموا بدراسة المد والجزر هو العالم نيوتن Newton وهو صاحب نظرية الجاذبية . واساس نظرية الجاذبية أن أي جسمان يجذبان بعضهما ، وتتوقف قوة الجذب على كتلة هذين الجسمين فتتناسب تناسباً طردياً مع الكتلة ، وتناسباً عكسياً مع مربع المسافة بين الجسمين . وبتطبيق هذا القانون على القوة الناتجة عن جاذبية الشمس والقمر للأرض ، تمكن نيوتن من شرح السبب في رفع مياه البحر وخفضها نتيجة للحركة المعروفة بالمد والجزر .

وحتى يمكن فهم أسباب المد والجزر لا بد من فهم حركات الأرض والقمر

والشمس ، وتفسير هذه الحركات جميعاً يدخل تحت قوى الجاذبية . وقد قام نيوتن بدراسة لحركة الكواكب في مدارات حول الشمس[1]. كذلك قام العالم كبلر Johann Kepler بعمل دراسة وتقنين لحركة الكواكب،غير أن دراسة كبلر لم تكن دراسة ذات أساس رياضي وإنما كانت مبنية على المشاهدة والملاحظة، وأهم ملاحظات كبلر هي :

١ - أن كل كوكب سيار يدور حول الشمس،وأن القمر يدور حول الأرض في مدارات بيضاوية بحيث تكون الشمس في الحالة الأولى والأرض في الحالة الثانية في مركز البيضاوي .

٢ - أن الخط الواصل بين الشمس وأي كوكب أو بين الأرض والقمر يغطي مساحات متساوية في أي وقت بصرف النظر عن المسافة .

ومعنى الملاحظة الثانية أن سرعة الكوكب في دورانه حول الشمس أو سرعة القمر في دورانه حول الأرض تزداد عندما تكون المسافة بينهما أقل ما يمكن . ويطلق على النقطتين اللتين يكون فيهما الكوكب أقرب ما يمكن من الشمس أو أبعد ما يمكن عنها perihelion, aphelion على التوالي ، وبالنسبة للقمر يطلق على هاتين النقطتين perigee, apogee .

ومن المعروف أن دوران الأرض حول نفسها يتم على محور مائل عن العمودي بزاوية قدرها ٢٣٫٥° . أما دوران القمر حول الأرض فيتم على محور مائل عن العمودي بزاوية قدرها $\frac{١}{٤}$ ٥° . ومعنى هذا أن أشعة الشمس عند سقوطها على

(١) Cotter, C. H., « The physical geography of the oceans, p. 210 .

خط الاستواء الأرضي إما أن تكون عمودية أو أن تميـــل بزوايا تتراوح بين ٢٣ ١/٢° شمالاً ، ٢٣ ١/٢° جنوباً . وأن ضوء القمر عندما يسقط على الأرض فإنه يميل بزاوية قدرها ٢٨ ٣/٤° شمالاً ، ٢٨ ٣/٤° جنوباً ( ٢٨ ٣/٤° هي عبـارة عن درجة ميل محور الأرض مضافاً إليه درجة ميل محور القمر ٥ ١/٤° )

ولما كانت الأرض تدور فهناك قوة طرد مركزية تؤثر على جميع ذرات المواد التي توجد على سطحها وخاصة الماء لأسباب واضحة . وتعمل قوة الطرد المركزية في زوايا عمودية على محور الدوران. وتتعادل قوة الطرد المركزية مع قوة جاذبية الأرض لذرات المواد الموجودة على سطحها . ومعنى هذا أن قوة الطرد المركزية تدفع بذرات الماء إلى أعلى وأن قوة الجاذبية تدفع بالذرات إلى أسفل . ويطلق على هذا القانون نظرية التعادل.غير أن هذا القانون لا يفسر حدوث المد والجزر ذلك لأن معنى القانون أن تظل ذرات الماء في أماكنها دون حركة طالما أن القوى التي تؤثر فيها متعادلة .

وقد قام العالم لابلاس بتقديم تفسير آخر لحدوث المد والجزر وذكر أن السبب الأساسي في حدوثه هو القمر . وكتلة القمر تساوي ١/٨ من كتلة الأرض ، والمسافة بين الأرض والقر تساوي ستة أمثال طول محيط الارض ، ويتم القمر دورة كامـــلة حول الأرض في ٢٧ ١/٣ يوم وفي خلال هذه المدة تدور الأرض حول الشمس ٢٧° لذلك تطول المدة التي يظهر فيها قمر جديـد وتصل إلى ٢٩ ١/٢ يوم .

وكتلة الشمس ٣٢٤,٠٠٠ مرة قدر كتلة الأرض وطول مـــدار الارض

$\frac{1}{2}$ ٢٩ مليون ميل ومحيط الارض قصير للغاية إذا قورن بالمسافة بين الارض والشمس . ولما كان القمر أقرب إلى الارض بكثير فإن قوة جذبه للأرض تفوق قوة جذب الشمس رغم صغر حجمه بالنسبة للشمس وقد حسبت قوة الجاذبيـة هذه فوجدت ٢١ إلى ١٠ أي أن قوة جاذبيـة القمر أكثر قليلاً من ضعف قوة جاذبية الشمس . وينتج عن قوة هذه الجاذبية أن المياة في الجزء المواجه للقمر ترتفع إلى أعلى حيث أن قوة جذب القمر لجزئيات الماء في هذا القسم من الارض، تفوق قوة الطرد المركزية مضافاً إليها قوة جاذبية الارض ، في حين أن الوجه الآخر للأرض البعيد عن القمر تنخفض مياهه إلى أسفل لعدم تأثره بقوة جاذبية القمر وازدياد تأثره بجاذبية الارض . ويمكن تصور أن يتحول شكل الغلاف المائي إلى دائرة بيضاوية لولا وجود الشواطىء المرتفعة والتضاريس ولولا وجود القارات . ويزداد المد في المنطقة الواقعـة على طول الخط الواصل بين مركز القمر ومركز الارض، وهكذا ترتفع المياة حسب منطقة وجود هذا الخط خلال دوران كل من الارض والقمر ، وينخفض سطح الماء أيضاً بابتعاده عن هذا الخط المركزي .

وللشمس أثر مماثل على المد والجزر . وتصل مدة المـــد القمري إلى حوالي

$\frac{1}{2}$ ١٢ ساعة وإن كانت تختلف من وقت لآخر أما مدة المد الشمسي فهي ثابتة وتبلغ ١٢ ساعة . وقد يتفق تأثير الشمس والقمر في عملية المد وقد يختلفا حسب موقع الشمس والقمر من الأرض . فعندما يكون القمر هلالاً أو بدراً أو بمعنى آخر عندما يكون اتجاه القمر والشمس على مركز الارض بزاوية صفر أو ١٨٠° في هذه الحالة يعمل القمر والشمس معاً في حركة المد وهكذا يكون المد أعظم ما يمكن وتحدث هذه الحالة مرتين في الشهر عند التربيع الاول والتربيع الثالث،

أما عندما تكون الزاوية على سطح الأرض بين الشمس والقمر هي ٩٠° فإن المد يكون أقل ما يمكن .

ويطلق على المد العالي في فترة التربيع الاول spring tide وعلى المـــد العالي في فترة التربيع الثالث neap tide .

وقد اخترع اللورد كلفن جهازاً للتنبؤ بمدى ارتفاع المد. وقد وجد أن أكثر بحار العالم تأثراً بحركة المـــد توجد في المحيط الجنوبي حيث تحيط المياه بالكرة الأرضية تماماً ، وهنا يقال أن موجات المد تحدث بصورة متصلة بينما هي تحدث بصورة متقطعة في المحيطات التي تقع إلى الشمال من ذلك بسبب وجود اليابس . ويرتفع المد بعد الهلال أو البدر بفترة قصيرة كما ذكرنا من قبل والفترة بين الهلال والبدر يزداد طولها كلما اتجهنا شمالاً . وهناك خطوط تصل بين المناطق ذات الفترة المتساوية لموجات المد وتسمى هذه الخطوط Co-tidal lines .

وتختلف طبيعة المد والجزر في المحيط الاطلسي عن المحيطين الهادي والهندي فقد لوحظ في المحيط الاطلسي خلال اليوم مدان وجزران . ويتغير المد والجزر مع أوجه القمر . وفي أجزاء من المحيط الهـادي يحدث المد مرة واحدة في اليوم والجزر مرة واحدة أيضاً، وفي أجزاء أخرى يكون المد والجزر بصورة مختلطة. كذلك اكتشف أن حركة المد والجزر ليست ظاهرة عالمية ، ولكنها ظاهرة إقليمية وقد فسرت هذه الظاهرة بقوة دوران الارض حول نفسها وهي القوة التي تؤدي إلى أن تظل بعض المياة ثابتة في أماكنها تحت تأثير هذه القوة .

## الفصل الثامن

# مظاهر السطح في مناطق السواحل

### النحت بواسطة الامواج :

تعتبر الأمواج خاصة منهــا الناتجة عن العواصف العنيفة والتسونامي أهم العوامل التي تؤثر في نحت السواحل أما الأمواج العادية البسيطة فإنها تستطيع حمل المواد المفتتة والناعمة وتستطيع أن تقوم بعمليات نحت محدودة للسواحل . ويمكن تشبيه الفارق بين أثر الامواج العاتية والامواج العادية بالفرق بين أثر النهر في فترة الفيضان وأثره في بقية السنة في نحت مجراه وجوانبه . أمــا التيارات البحرية فأثرها في الغالب ضئيل ومحدود إلا في مناطق الممرات الضيقة .

وهناك عوامل عديدة تؤثر في فاعليــة الامواج وقدرتها على النحت هذا إلى جانب قوة الامواج ذاتها . ومن أهم هذه العوامل ما يأتي :

١ – نوع ودرجة صلابة الصخور في المنطقة الساحلية التي تتأثر بعملية النحت .

٢ ـ بنية الصخور أو تركيبها Structure وخاصة من ناحية طبيعة الصخور ووجود الفواصل والفوالق بها .

٣ ـ ثبات خط الساحل أو عدم ثباته .

٤ ـ مدى انفتاح الساحل أمام تأثير الامواج .

٥ ـ مدى وفرة المواد التي تحملها الميـــاة والتي تستخدمها كمعـاول في عملية النحت .

وتنشط عملية النحت في المناطق الساحلية حيث تتوفر المواد التي تحملهـا المياة وتستخدمها في عمليـة النحت ، كما أن قوة الامواج وضغطها على صخور الساحل يحدث أثراً كبيراً أيضاً . وقد ذكر الأستاذ جونسون [١] Johnson أن قوة الضغط الناتجة عن الأمواج على ساحل اسكتلندة تصل إلى ٦٠٠٠ رطل على القدم المربع الواحد . ويؤدي هذا الضغط الشديد للأمواج على الساحل إلى تحريك كتل كبيرة من الصخور من الساحل . كما أن الميـــاة تتغلغل في فواصل وفوالق الصخور مما يؤدي إلى تكسرها وأحياناً تقوم المياه بإذابـة بعض المواد المكونة للصخور مما يؤدي إلى تفككها . ومن العمليات التي تؤثر في تآكل صخور الساحل عملية البري abrasion التي تزاولها الرمال في صخور الساحل، خاصة وأن هذه الرمال والحصى الرفيع تظل تتحرك فوق صخور الساحل إلى الأمام والخلف مع حركة الامواج . ويقلل من تأثير الامواج عدم وجود هذه الأدوات من الرمال والصخور . وليس من المتفق عليه تماماً مدى العمق الذي يصل إليه تأثير الامواج ، فقد ذكر جونسون في المرجـع السابق أن تأثير الامواج يصل

---

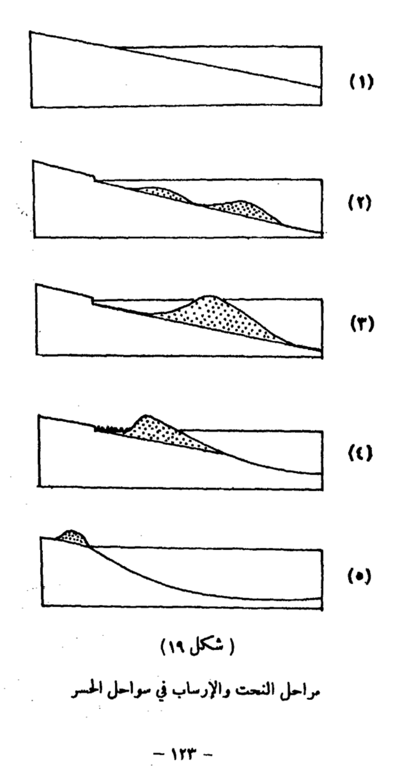
(١) Johnson, D.W., « (1919) Shore processes and shorline development , John Wiley and Sons , N . Y., p. 484 .

إلى حوالي ٦٠٠ قدم وهناك آراء أخرى بأن هذا العمق لا يتعدى ٢٠٠ قدم . أما الأستاذ شبرد [١] Shepard فهو يذكر أن نحت الامواج لا يتعدى عمقاً يتراوح بين ٣٠ ، ٤٠ قدماً .

ومن المهم أن نفرق في دراسة مورفولوجية السواحل بين الشاطىء وخط الشاطىء والساحل . فالشاطىء يقصد به الجزء الممتد ما بين سطح الماء أثناء الجزر وأقصى جزء من الساحل يتأثر بفعل الأمواج ، أما خط الشاطىء فهو الخط الذي توجد عنده مياة البحر في وقت ما لذلك فهو خط متغير من وقت لآخر حسب حالة المد والجزر وحسب حالة الامواج. أما الساحل فهو يمتد إلى الداخل في اليابس ولكنه يحدد على أساس الجزء من اليابس القريب من البحر والذي يرتبط في تكويناته وطبيعته بالبحر . وكثيراً ما يحدد الساحل بواسطة هضبة أو حافة بحرية sea cliff ومن أسفل هذه الحافة في اتجاه البحر يوجد مسطح أو رصيف ناتج عن نحت الامواج wave - cut bench وقد يكون هذا المدرج أو الرصيف صخوراً عارية أو مغطى بالرمال والحصى ويسمى في هذه الحالة شاطىء رملي beach أو « بلاج » وعلى هذا الأساس فإن الشاطىء الرملي ظاهرة إرسابية تتم فوق سطح تحاتي . وإرسابات الشاطىء الرملي غير دائمة بل هي تتغير من فصل لآخر وقد تختفي تماماً في فصل من الفصول. أما المدرج الذي تقوم الأمواج بنحته فقد ينتهي فجأة وقد يمتد امتداداً واسعاً على هيئة رصيف abrasion platform ويطلق عليه في هذه الحالة marine-cut terrace . ويلي هذا الرصيف من ناحية البحر منطقة إرساب للأمواج يطلق عليه marine-built terrace وقد أطلق جونسون على هذا الرصيف الرسوبي إسم المدرج القاري continental terrace وإرساباته

---

(١) Shepard, F. P. (1948) « Submarine Geology , Harper and brothers , N. Y. , p. 348 .




( شكل ١٩)

مراحل النحت والإرساب في سواحل الحسر

مأخوذة أصلاً من منطقة النحت التي تعلوه من ناحية القارة أو اليابس . ويطلق على رصيف النحت ورصيف الإرساب إسم واحد عادة هو الرصيف القاري أو الرفرف القاري continental shelf .

وبعد أن شرحنا هذه التعريفات يمكن أن نعطي صورة عن تطور السواحل وأشكالها الجيمورفولوجية المختلفة . وحتى يسهل تتبع هذا العرض فإننا نفترض أن الساحل عبارة عن ساحل حسر submergence أي منطقة جديدة انحسر عنها البحر لتوه وأن سطح البحر في المنطقة سيظل دون تغيير كبير لفترة من الزمن . وفي مثل هذه الحالة فإن منطقة الساحل ستكون ذات انحدار متوسط أو تدريجي يسمح بوصول الأمواج إلى الساحل بطريقة عادية ، وسرعان ما يبدأ النحت البحري بتكوين فتحة في خط الساحل notch تعلوها حافة بحرية مرتفعة ثم تكوين رصيف تحاتي . ثم تبدأ المياه في جمـــل المواد المنحوتة من الساحـــل وإرسابها على طول الشاطىء في خطوط مبتدئة بذلك تكوين رصيف رسوبي . وتعتبر هذه المظاهر من خصائص مرحلة الشباب في تطور السواحل ، حيث أن الأمواج قوية وعملية النحت تتم بنشاط وكذلك عملية النقل . وعندمـــا تقوم الأمواج بالنحت نحو الساحل أو نحو اليابس فإن عملية النحت في الجزء القريب من الماء تقل ذلك لأن مياة الأمواج في هذه الحالة تندفع فوق أجزاء من اليابس تجعل المياة ضحلة ، وهكذا تتضاءل قدرة الأمواج على النحت والبري. وبالتالي تضيق منطقة الرصيف التحاتي وتتسع منطقة الرصيف الرسوبي وبالطبع تكون المواد الرسوبية مستمدة من المواد التي نحتت وتكسرت من صخور الساحل نفسه ، ويصبح شكل الساحل مقعراً نتيجة لذلك concave في منطقـــة النحت ومحدباً في منطقة الإرساب convex . وفي هذه المرحلة يقال أن الساحل قـد وصل إلى مرحلة النضج . ومن أكثر المظاهر التي تميز مرحلة النضج هو تكوين الشاطىء الرسوبي . ويكون الشاطىء الرسوبي مغطى بطبقة سميكة من الرمال والحصي في فترات هدوء الامواج أما في أوقات العواصف والأمواج العالية فإن

سمك الرواسب يقل بشكل ملحوظ. وقد يضطرب تكوين الشواطيء الرسوبية ولا يسير على المنوال الذي ذكرناه بسبب عوامـــل أخرى تتدخل في الصورة وذلك مثل تغير مستوى سطح الماء أو حدوث حركات تكتونية في المنطقة أو بتأثير الأنهار التي تصب في المنطقة أو تأثير الثلاجات المتحركة إذا كانت المنطقة في العروض القطبية التي تتعرض لتأثير الجليد المتحرك . حتى أن بعض الباحثين يعتقد أن تكوين الساحل بالصورة التي ذكرناها يتم نظرياً وليس حقيقياً . أمـا في مرحلة الشيخوخة فإن الانحدار في منطقة الرصيف القاري يصبح بطيئاً للغاية، ويزداد اتساع الرصيف التحاتي والرصيف الرسوبي .

ويعتقد بعض العلمـــاء أن البحر يستطيع أن ينحت رصيفاً واسعاً يشبه السهول التحاتية في القارات ، غير أن الدراسات قد دلت على أن أقصى مـــا يستطيـــع البحر أن يفعله هو نحت رصيف لا يزيد في اتساعه عن بضعة أميال . ومن أمثلة هذه الأرصفة البحرية التحاتية ما يوجد على ساحل شمال إفريقية ويصل اتساعه ١٢ ميلاً ، وعلى طول الساحل النرويجي يعتقد البعض أن السهل التحاتي يرجع إلى نحت البحر ويبلغ أقصى اتساع لهذا السهل ٤٠ ميلاً . وقد أدى تغير مستوى اليابس والماء خلال عصر البليستوسين إلى عدم تكون أرصفة تحاتيـــة واسعة على سواحل العـــالم . كما أن تكوين رصيف تحاتي واسع يستدعي بقاء مستوى سطح الماء دون تغير لفترة جيولوجية طويلة ، وإلا فإن هذا الرصيف سوف يكون ضيقاً . وقد قدر وولدرج ومورجان [١] Wooldridge and Morgan أن ارتفاعاً لا يتعدى عشرة أو عشرين قدماً يؤدي إلى بدء دورة

---

(١) Wooldridge , S.W. , and R. S. Morgan ( 1937 ) , The physical basis of geography , Longmans , Green and Co . London , p. 361 .

التعرية البحرية من جديد . والظروف الوحيدة العادية التي تساعـــد على تكوين سهل ساحلي بحري هي انخفاض بطيء في اليابس المجاور للبحر أو ارتفاع تدريجي بطيء في سطح الماء . وقد حدثت مثل هذه الحالة في العصر الكريتاسي . وحتى في العصر الكريتاسي يبدو أن منطقة الرصيف القاري قد تكون فوق سطح تأثر من قبل بواسطة التعرية الهوائية .

وتعتبر الحواف البحرية والأرصفة البحرية أهم المظاهر التي تنتج عن عمليات النحت البحري . وتختلف مظاهر الحواف البحرية من مكان لآخر باختلاف نوع الصخور وبنيتها . فإذا كان ميل الصخور نحو البحر فإن شكل الحواف البحرية



( شكل ٢٠ )

هضاب ساحلية طباشيرية على ساحل انجلترا

يختلف عن شكلها لو كان ميل الصخور نحو اليابس أو عن شكلها لو كانت الطبقات أفقية تماماً . كما أن الحواف المكونة من النحت في صخور الجرانيت تختلف عن تلك التي تتكون من صخور البازلت ، أو من تكوينات مفككة مثل الركامات الجليدية .

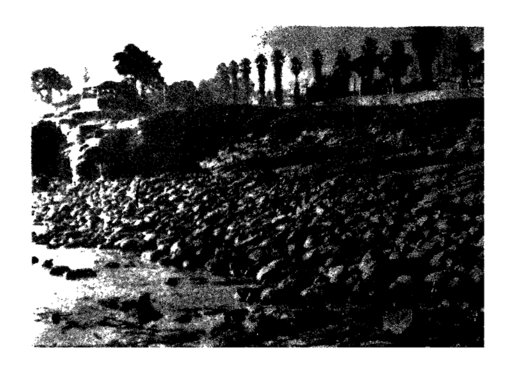
وباستمرار النحت البحري تتراجع الحواف البحرية نحو اليابس ويكون تراجعها بسرعة تتناسب مع صلابة الصخور ودرجة تأثرها بعملية النحت (انظر شكل ٢٠ ) ، وكذلك تتناسب مع درجة انفتاح الساحل في المنطقة . لذلك فإن التعرجات في خط الساحل قد تنتج عن تباين في صلابـــة صخور الساحل



( شكل ٢١ )

كهف على ساحل اسكتلندا

وبالتالي في درجة النحت . وعلى طول الساحل توجد مظاهر نحت مثل الكهوف Caves ، والخلجان الصغيرة bays والخلجان الكبيرة bights وإن كان من المشكوك فيه أن تكون الخلجان الكبيرة من نتاج مثل هذه الأمواج. والأرجح أنها ناتجة عن عمليات غمر بحري . أما الرؤوس القارية headlands فهي تبقى في الأجزاء ذات الصخور الصلبة التي تقاوم عمليات نحت الامواج فتظل بارزة متقدمة نحو البحر . وإذا تعرضت الرؤوس القارية للنحت من الجانبين فإنها تصبح أقواساً بحرية sea arches أو كهوف caves . ( انظر شكل ٢١ ) أما الأجزاء التي تنفصل من اليابس تماماً فهي تعرف بأسماء مختلفة مثل skerries , stacks, chimneys أو جزر .



( شكل ٢٢ )

شاطىء في فصل الشتاء

وقد يحدث تراجع الساحل بواسطة نحت الأمواج بسرعة كبيرة لدرجة أن الأنهار التي تصب في البحر لا تستطيع مجاراة البحر في عملية النحت وهكذا تصب في البحر بواسطة وديان معلقة وتبدو هذه الظاهرة في منطقة الهضبة الطباشيرية بالقرب من مضيق دوفر في جنوب شرق بريطانيا .

## مظاهر الارساب البحري :

### الشواطىء الرملية : Beaches

ذكرنا من قبل أن الشواطىء الرملية لا بد أن يقتصر مفهومها على المنطقة التي تغطى بطبقة رقيقة من الرواسب الرملية والحصوية ، وقد يكون وجود هذه الرواسب مؤقتاً . ولا بد من تأكيد أن وجود هذه الرواسب غير دائم بأية حال . وقد تمتد هذه الشواطىء الرملية لمئات الأميال على طول الشاطىء كما هو الحال على الساحل الجنوبي-الشرقي للولايات المتحدة الأمريكية . وقد تكون هذه الشواطىء الرملية ضيقة ومحدودة خاصة على الشواطىء الوعرة الصخرية حيث لا تتعدى في هذه الحالة جيوب صغيرة هنا وهناك يطلق عليها أسماء مختلفة مثل crescent beaches, bayhead beaches , pocket beaches , headland beaches . وقد تعمل التيارات البحرية على تحريك الرمال إلى ناحية من نواحي الخلجان دون الناحية الأخرى . وقد لوحظ على ساحل لاهويا La Jolla في ولاية كاليفورنيا الامريكية أن سمك الرمال على الشاطىء يقل بصورة واضحة في فصلي الشتاء والربيع ، ثم يزداد سمك الرمال على الشاطىء في الصيف والخريف ( قارن شكلي ٢٢ ، ٢٣) . وقد تؤدي الأمواج العنيفة التي تحدث عن العواصف المدارية من نوع الهريكين أو الأمواج الناتجة عن التسونامي إلى إزالة الإرسابات الرملية من الشاطىء تماماً . كذلك لا بد من التأكيد بأن جميع مظاهر النحت والإرساب السابق ذكرها تبدو واضحة للغاية في الشواطىء العادية التي لا تكسب على حساب البحر ، أما



( شكل ٢٣ )

شاطىء في فصل الصيف

الشواطىء التي تحدث بها عمليـات إرساب قاري مثل الإرساب النهري . ولا شك أن المواد التي توجد فيمنطقة الشاطىء يأتي بعضها من البحر ويأتي البعض الآخر من اليابس .

الحواجز البحرية : Bars

يمكن استخدام كلمة حاجز بحري للتعبير عن أي جزء تبنيـه الأمواج من الرمال والحصي على قاع البحر بالقرب من الشاطىء سواء كان الساحل ساحل غمر أو ساحل حسر . ومن الممكن أن تساهم التيارات البحرية أيضاً في بنـاء

الحواجز البحرية . وتعطى أسماء فرعية للأشكال المختلفة للحواجز . وأحد هذه الأشكال هو ما يطلق عليه اللسان spit وقد عرفه الأستاذ إيفانز Evans على أنه جزء رسوبي مرتبط بالشاطىء من ناحية ويمتد في وسط البحر من الناحية الأخرى « a ridge or embankment of sediment attached to the land at one end and terminating in open water at the other» (١)
وغالباً يمتد محور اللسان في خط مستقيم نحو عرض البحر أو قد يكون موازياً لخط الساحل ، وقد ينحرف في زاوية مائلة إذا كان هناك تيار بحري وينتج عن هذا الانحراف أو الاعوجاج في اللسان تكون ما يطلق عليه الخطاف hook .
وقد يلتوي اللسان عدة مرات ويطلق عليه لسان ملتو أو مركب recurved spit أو compound hook وقد يتصل اللسان من طرفيه باليابس أو بلسان آخر . وقد تتكون الألسنة على أطراف الجزر ، وقد يؤدي هذا إلى نمو الساحل على حساب البحر ، وقد تؤدي الألسنة إلى وصل الجزر ببعضها . وتتكون الألسنة بواسطة التيارات البحرية أو الأمواج .

### تصنيف الشواطىء والسواحل :

هناك خلاف كبير في الرأي حول تصنيف الشواطىء والسواحل ، وقد نشأ هذا الخلاف لأن البعض يقدم تصنيفاً للسواحل بينما آخرون يقدمون تصنيفاً للشواطىء . كذلك نجد أنه من الصعب تصنيف الشواطىء لأن معظم شواطىء البحار والمحيطات في الوقت الحاضر من النوع المركب أو المعقد الذي يجمع بين كل المظاهر ، إذ أن مستوى المياة في البحار والمحيطات وعلاقة هذا المستوى

---

(١) Evans , O. F. (1942) , The origin of spits , bars , and related structures , J. Geol., 50 , pp. 846-865 .

بسطح اليابس قد تغير عـــدة مرات خلال الحقبة الجيولوجية الأخيرة . كذلك تأثرت السواحل بالتعرية الجليدية خلال العصر الجليدى . لذلك فقد أجمل الأستاذ كوتن[1] Cotton هذا الوضع في التعبير الذي يقول فيه classification ، of coasts is in the melting pot ، .وقد قام الأستاذ جونسون[2] بتقديم تصنيف للسواحل لاقى قبولاً واسعاً بين علماء البحار والمحيطات وفيــه أورد أربعة أنواع من السواحل هي : سواحل الحسر، سواحل الغمر، السواحل المحايدة والسواحل المركبة . وذكر جونسون أن سواحل الحسر shorelines of emergence نتجت مظاهر السطح فيها عن بزوغ جزء من قاع البحر أو المحيط إلى السطح ، أما سواحل الغمر shorlines of submergence فقد نتجت عن هبوط جزء من اليابس بحيث تغطيه مياة البحر ، أمـــا السواحل المحايدة neutral shorelines فهي ليست سواحل غمر أو سواحل حسر . أما السواحل المركبة compound shorelines فهي التي تحوي مظاهر من عدد من الأنواع السابقة . وقد قسم جونسون سواحل الغمر إلى قسمين فرعيين ، الأولى عبارة عن السواحل التي كانت قبـــل غمرها متأثرة بالتعرية بأنواعها المختلفة ، والثاني عبارة عن السواحل الناتجة عن نحت الجليد وتكوين فيورد ثم تغطية ماء البحر لهذا الفيورد. أما السواحل المحايدة فقد ميز جونسون بين ستة أقسام فرعية لها وهي السواحل الدلتــاوية والسهول الفيضية الساحلية والسهول الرسوبية الساحلية والسهول البركانيـــة الساحلية والسهول المرجانية الساحلية والسواحل الانكسارية . ولا شك أن هذا التقسيم يعتمد على توضيـــح لأصول

---

(١) Cotton, C.A. (1951), « Accidents and interruption in the circle of marine erosion », Geo. J., 117, pp. 343-349.

(٢) Johnson, Ibid, 1919.

السواحل . وقد امتدح لوك Lucke [1] هذا التقسيم وذكر أنه منظم أكثر من أي تقسيم سبقه وأنه بسيط وغير معقد وسهل الاستخدام وكامل وموضوعي أو أصولي . أما الأستاذ شبرد فقد اعترض على هذا التقسيم خاصة وأن جونسون قــد اعتبر وجود الألسنة والحواجز البحرية دليلاً على أن الساحل من سواحل الحسر وإن كان جونسون لم يؤكد هذه الناحية وإنما برزت في كتابات بعض من استخدموا تقسيمه في دراساتهم . وقد ذكر شبرد أن جميع السواحل بها مظاهر غمر ومظاهر حسر وعلى هــذا الأساس فهي سواحل مركبة طبقاً لتصنيف جونسون . كذلك ذكر أن الشواطىء الدلتاوية التي ميزها جونسون على أنهـا شواطىء محايدة تبدو فيهـا مظاهر الغمر واضحة وضرب لذلك مثلاً بدلتا نهر المسسبي . وأنهى شبرد نقده لجونسون بأنه من الأسهل تعديل التصنيفات القائمة للشواطىء والسواحل بدلاً من إخراج تصنيف جديد وقد قدم لنا شبرد تصنيفاً للشواطىء نلخصه فيما يلي :

أولاً ـ شواطىء وسواحل أولية أو في مرحلة الشباب تنتج مظاهرها عن عوامل غير بحرية .

ا ـ شواطىء تنتج مظاهرها عن النحت القاري ثم يغمرهـا البحر بسبب انخفاض سطح اليابس أو ارتفاع مستوى البحر .

١ ـ الشواطىء النهرية الغارقة .

٢ ـ الشواطىء الجليدية ( المتأثرة بالتعرية الجليدية ) الغارقة .

---

(١) Lucke, J. B. ( 1938 ) Marine shorelines reviewed , J. Geol. , 46 , pp. 985-995 .

ب ـ شواطىء تنتج مظاهرها عن الإرساب القاري ثم يغمرها البحر .

١ ـ شواطىء الإرساب النهري :

أ ـ الشواطىء الدلتاوية المغمورة بالبحر .

ب ـ السهول الفيضية المغمورة بالبحر .

٢ ـ شواطىء الإرساب الجليدي :

أ ـ الركامات المغمورة جزئياً .

ب ـ التلال المغمورة جزئياً .

٣ ـ شواطىء الإرساب الهوائي .

٤ ـ شواطىء بها بقايا نباتية .

جـ ـ شواطىء تشكلت بفعل النشاط البركاني .

١ ـ شواطىء بها طفوح لافا حديثة .

٢ ـ شواطىء نتجت عن الانفجارات البركانية .

د ـ شواطىء تكتونية :

١ ـ شواطىء انكسارية .

٢ ـ شواطىء التوائية .

ثانيا : شواطىء أو سواحل ناضجة ومظاهرها ناتجة عن العامل البحري .

أ ـ شواطىء ناتجة عن النحت البحري .

١ ـ شواطىء مستقيمة بسبب النحت البحري .

٢ ـ شواطىء غير مستقيمة أو غير منتظمة بسبب النحت البحري .

ب ـ شواطىء ناتجة عن الإرساب البحري :

١ ـ شواطىء مستقيمة أو منتظمة .

٢ ـ شواطىء متراجعة أو متقهقرة .

٣ ـ شواطىء بها حواجز بحرية وألسنة .

٤ ـ شواطىء بها حواجز وشعاب مرجانية .

وقد ذكر شبرد أن تصنيفه رغم هذا قد لا يكون كاملاً أو وافياً ، غير أنه أكد أن هذا التصنيف يتجنب الوقوع في اللبس الخاص بأن الساحل هل هو ناتج عن الغمر أو الحسر .

ومن الممكن تتبع التطورات التي تصيب الشواطىء على أن نأخذ أحد شواطىء الغمر أولاً ثم أحد شواطىء الحسر .

**شواطىء الغمر :**

إذا نظرنا إلى أحد شواطىء الغمر الحديثة فإننا نجد به عدم انتظام واضح إلا إذا كان هذا الشاطىء قد تأثر بالإرساب النهري الفيضي أو الدلتاوي أو الإرساب الجليدي . وفي حالة سواحل الغمر التي كانت بها رواسب نهرية فإن الأجزاء المرتفعة نسبياً فيما بين فروع المصب تبدو وكأنها رؤوس قارية أو إذا كانت ممتدة لمسافة كبيرة فوق سطح الماء فإنها تكون جزراً ، ويتركز النحت بواسطة الأمواج والتيارات البحرية على هذه الأجزاء المرتفعة نسبياً.ومن المظاهر

التي توجد في شواطىء الغمر الحواف البحرية ومن مظاهر النحت لأن يبدأ الشاطىء في الاستقامــة وذلك بنحت الرؤوس القــارية والجزر وبتكوين ألسنــة وحواجز وفي هذه الحالة يصبح هناك شاطىء أصلي وشاطىء آخر مواز له ، ثم يصبح الساحل القديم عديم القيمة وتكون المياه المحجوزة بين الشاطىء القديم والشاطىء الحديث بحيرة أو مستنقعاً ساحلياً ، وهذا المستنقع يمتلىء مـع الزمن برواسب من اليابس ويطلق على هذه المرحلة مرحلة النضج . ويتميز الساحل في مرحلة النضج بالاستقامة والانتظام أكثر من مرحلة الشباب ، وإن كان من المسلم به وجود بعض التعرجات بسبب اختلاف صلابة الصخور التي يتكون منها خط الساحل . أما عن الساحل في مرحلة الشيخوخة فقليل من السواحل ما يصل إلى هذه المرحلة قبل أن يحدث تغيير في مستوى اليابس أو المـاء مما يؤدي إلى بدء دورة التعرية البحرية من جديد . لذلك فإن مرحلة الشيخوخة في السواحل تكاد تكون مسألة نظرية .

## شواطىء الحسر :

يرى البعض أن شواطىء الحسر تتميز بالظواهر المورفولوجية البسيطة ، وإن كان البعض يعتقد أن أي عدم انتظام في منطقة الرصيف القاري قبل أن تنحسر عنها مياه البحر تؤدي إلى عدم الانتظام في تكوينات سواحل الحسر ، كذلك يتوقف شكل شواطىء الحسر على درجة الانحدار . فإذا كان الانحدار شديداً فإن الأمواج تتكسر بعيداً عن خط الساحل ولا تؤثر فيه كثيراً وإنمـا تؤثر في الأجزاء البعيدة عن خط الساحل ويظهر هـذا التأثير عندما تنكشف المياة من فوق الرصيف القاري في فترة الجزر . أما إذا كان الانحدار على سواحل الحسر تدريجياً فإن أهم ما يلاحظ فيها هو هجرة الألسنة والحواجز البحرية نحو اليابس مع ضغط الأمواج عليها من ناحية البحر . وعندما يصل موقع الحاجز البحري إلى الموقع الأصلي لخط الساحل يكون ساحل الحسر قد وصل إلى مرحلة النضج.

وقد لاحظ الأستاذ بتنام [1] تطور ساحل الحسر على النحو الذي ذكرناه في منطقة ساحل فنتورا Ventura في جنوب كاليفورنيا ، والساحل هناك ناتج عن الحسر وتحده من ناحية اليابس مدرجات ناجمة عن نحت الأمواج تصل في ارتفاعها أحياناً إلى ١٤٠٠ قدم، ولا توجد حواجز بحرية على طول هذا الشاطىء، وتتميز مرحلة الشباب فيه بالحواف البحرية وقد نحتت المجاري المائية التي تصب في المنطقة مجاريها حتى مستوى سطح البحر أو حتى خط القاعدة .

---

(١) Putnam , W. C. (1930) The marine cycle of erosion for a steeply sloping shoreline of emergence , J. Geol. 45 , pp 884-850

## الفصل التاسع

# المظاهر الطبوغرافية
# في مناطق الرفوف والمنحدر القاري

شهد هذا القرن ظهور فرع جديد من الدراسات هو الجيولوجيا البحرية Submarine geology ، ورغم أن هذا العلم ما زال في طفولته إلا أنه قد زاد من حصيلة العلم فيما يتعلق بطبوغرافية قاع المحيط . وقد كانت الفكرة القديمة أن قيعان المحيطات عبارة عن سهول واسعة ممتدة. ولا بد الآن من تعديل هذه الصورة . وقد عملت معظم الدراسات عن قيعان المحيطات بواسطة علماء الإقيانوغرافية بينما عزف عنها الجيولوجيون ، غير أن علماء الجيولوجيا قد بدأوا أخيراً يهتمون بهذا اللون من التخصص بدليل ظهور كتابين في هذا الموضوع أحدهما لشبرد في سنة ١٩٤٨ وهو « Submarine Geology » ، وكتاب كوينين Kuenen الذي ظهر سنة ١٩٥٠ وعنوانه « Marine Geology ». كذلك زاد الاهتمام بدراسة جيولوجية قاع البحر بعد الكشف عن البترول في بعض البحار والمحيطات .

وقد ظلت معلوماتنا عن قاع البحر محدودة طوال الفترة التي كانت تستخدم

فيها المجسات الآلية التي كان يستخدم فيها حبل معدني أو حبل من القنب يدلي إلى قاع البحر . وقد استخدمت هذه الوسائل الصعبة البطيئة في بعثة السفينة تشالينجر في أواخر القرن التاسع عشر. ثم جاء عصر استخدام المجسات الصوتية بعد الحرب العالمية الأولى. وقد أصبح من السهل قياس الأعماق بسهولة عن طريق سرعة الصوت من سطح الماء حتى القاع ثم العودة وقد وجد أن هذه السرعة في المتوسط تبلغ ٤٨٠٠ قدم في الثانية خلال الماء . كذلك اخترعت كاميرا لتصوير قاع المحيط وقد اخترعها الأستاذ إيونج Ewing وهي تصور أفلاماً عادية أو ملونة . وعن طريق هذا التصوير يمكن الحصول على تفاصيل قاع البحر وهل القاع يتكون من صخور صلبة أو رواسب تغطي سطح الصخور. كذلك أدخلت تحسينات على وسائل الحصول على عينات من قاع البحر ، حتى أنه أمكن إخراج بعض الشعاب التي يصل طولها إلى ٧٠ قدماً .

## مظاهر السطح في منطقة الرفرف والمنحدر القاري :

### الرصيف أو الرفرف القاري :

هناك مدرج قاري continental terrace يقع فيما بين قاع المحيط ذاته وبين اليابس ، وهذا المدرج يختلف في اتساعه من مكان لآخر . ويتكون هذا المدرج من قسمين جزء مستوى نسبياً يسمى الرفرف القاري continental shelf وجزء أكثر انحداراً يصل حتى قاع المحيط ويسمى المنحدر القاري continental slope . والمياة في منطقة الرفرف القاري ضحلة إذ أن طرفه من ناحية البحر يصل إلى عمق لا يزيد عن ٦٠٠ قدم . ويذكر شبرد أن العمق في حافة الرفرف القاري يتباين بين ٧٢ قامة ، ٢٥٠ قامة .

وهناك تنوع في مظاهر السطح في منطقة الرفرف القاري وقد اتضح هذا

مدرج ارساب الامواج　مدرج نحت الامواج
سطح البحر
الصخر
رواسب

( شكل ٢٤ )

منطقة الرفرف القاري مع توضيح عمليات النحت والإرساب

من الخرائط التفصيلية التي عملت بواسطة الأستاذ موري (١) Murray لساحل الولايات المتحدة الأمريكية في ولاية مين Maine . فهناك مظاهر سطح ترتفع حوالي ٦٠ قدماً فوق السطح العام للرفرف القاري وتغطي هذه المظاهر حوالي ٦٠ ٪ من مساحة منطقة خليج مين . كذلك توجد أجزاء تنخفض عن السطح العام بحوالي ٦٠ قدماً تغطي حوالي ٣٥ ٪ من مساحة ذلك الرفرف. ويظهر عدم الانتظام في سطح الرفرف القاري في المناطق المجاورة لجبال إلتوائية حديثة . أما عن اتساع منطقة الرصيف أو الرفرف القاري فهي تتراوح بين صفر ، ٧٥٠ ميلاً ففي منطقة البحر الأصفر Yellow Sea إلى الجنوب من شبه جزيرة كوريا يصل اتساع الرفرف القاري إلى ٧٥٠ ميلاً، وكذلك الحال في منطقة بحر بارنتس

(١) Murray , H. W. ( 1947 ) . Topography of the Gulf of Maine , Geol. Soc. Am. Bull. 58 , pp. 153-196 .

على السواحل القطبية لقارة أوربا . ويقدر شبرد متوسط اتساع الرفرف القاري بحوالي ٤٢ ميلاً .

وتختلف الآراء بخصوص أصل الرصيف أو الرفرف القاري ، وتتفق أغلب الآراء على أن الرصيف القاري ينتج عن ازدياد النحت في الجزء المسمى مدرج نحت الأمواج نحو اليابس ، وازدياد النمو في الجزء المسمى مدرج بناء أو إرساب الأمواج في اتجاه البحر . ويحدد حافة الرصيف القاري من ناحية البحر المدي الذي تستطيع الأمواج أن تؤثر فيه وهو حوالي عمق ٦٠٠ قدم . أما شبرد فيعتقد أن الرصيف القاري ينتج عن نحت الأمواج والتيارات البحرية وذلك رغم أن بعض الأرصفة القارية تتكون من مظاهر إرساب ، ولكنه يذكر أن الإرسابات على الرصيف القاري ليست مرتبة بطريقة منظمة . وقد أثبتت الدراسات أن الصخور التي يتكون فيها الرصيف القاري في أجزاء واسعة من سواحل المحيط الأطلسي وخليج المكسيك مغطاة برواسب سمكها يصل أحياناً إلى آلاف الأقدام ، حتى أننا نعتقد أن الإرساب قد تم فوق النواة مقعر امتلأ بالرواسب إلى هذا السمك الكبير . وفي أرصفة قارية أخرى لا يبدو أي أثر للإرساب . وعلى طول ساحل كاليفورنيا وجد شبرد عدة أحواض في منطقة الرصيف القارى ترجع في أصولها إلى الانكسارات التي أثرت في الساحل نفسه وهذا النوع من الأرصفة القارية يختلف تماماً عن الرصيف القاري على طول الساحل الشرقي للولايات المتحدة وهكذا نجد أن الأرصفة القارية تختلف عن بعضها اختلافاً كبيراً من ناحية التكوين أو التركيب الجيولوجي ، غير أنه يمكن بسهولة معرفة ما إذا كانت تلك الأرصفة ناتجة عن النحت أو الإرساب .

## المنحدر القاري Cotinental slope

وهو عبارة عن الجزء الممتد بين الرصيف القاري وأعماق المحيطات والبحار .

ويميز شبرد المنحدر القاري بأن متوسط عمقه حوالي ١٢,٠٠٠ قدم ولكنه قد يصل إلى ٣٠,٠٠٠ قدم.ويشتد الانحدار في المنحدر القاري في الجزء العلوي منه حتى عمق ٦,٠٠٠ قدم . وهناك بلا شك اختلاف في درجة الانحدار بين



شكل ٢٥

مظاهر السطح في منطقة المنحدر القاري قرب نيو انجلند

الرصيف القاري وبين المنحدر أو المدرج القاري ولكنه ليس اختلافاً كبيراً جداً كما تصوره الرسوم البيانية الموجودة في كتب الجغرافيا . إذ نجد أن متوسط درجة الانحدار في منطقة الرصيف القاري تبلغ ٧ َ ٠° ، بينما هي في منطقة المنحدر القاري تصل في المتوسط إلى ١٧ َ ٤° وذلك في الجزء العلوي منه . وتتغير درجة الانحدار في المدرج أو المنحدر القاري حسب العمق كذلك تختلف من مكان لآخر ، فعلى الساحل الشمالي الغربي لقارة أستراليا تصل درجة الانحدار إلى ١° فقط أو أقل . بينما على الساحل الجنوبي الغربي لنفس القارة يصل الانحدار إلى ٢٧° . ويرجع شبرد هذه الاختلافات إلى طبيعة الساحل نفسه . ففي الأجزاء التي تصب فيها الأنهار وكونت لها دلتاوات كبيرة نجد متوسط الانحدار ٢٠ َ ١° ، وعلى السواحل الثابتة عديمة الانهار يصل الإنحدار إلى ٣° ، وعلى السواحل التي تكتنفها جبال حديثة يصل الانحدار إلى ٤٠ َ ٤° ، وعلى السواحل الانكسارية تصل درجة الانحدار إلى ٤٠ َ ٥° . وسطح المدرج القاري ليس مستويا بأية حال ، فهناك خوانق بحرية وخلافها تخط سطح المدرج القاري ، كذلك توجد تلال وحواف مرتفعة . وتوجد منطقة انتقال بين المدرج القاري وأعماق المحيط ، وهذا الجزء الانتقالي يتراوح عرضه بين ١٠ ، ٢٠ ميلا . ( أنظر شكلي ٢٤ ، ٢٥ ) .

وهناك آراء متعددة بخصوص الأصل في تكوين المدرج القاري ، ومعظم الآراء متأثرة بالنظريات التي تفسر تكوين الرصيف القاري . ويعتقد البعض أن المدرج القاري تكون نتيجة لفعل الأمواج وإرسابها لمواد نحتت من الساحل الأصلي أو من المواد التي تلقي بها الأنهار عند مصباتها . والبعض الآخر يعتقد أنه نتج عن عملية هبوط في قشرة الأرض لأجزاء من الكتل القارية القديمة وهي أجزاء تعرضت لعمليات التعرية قبل هبوطها . والفكرة الأخيرة طبقت على ساحل المحيط الأطلسي في أمريكا الشمالية حيث يعتبره البعض حافة لكتلة قديمة

في شرق القارة . أما شبرد [1] فيرى أن المدرج القاري نتج عن حركة انكسار في قشرة الأرض .

ومن الطبيعي أن تكون معلوماتنا عن طبوغرافيـــة الرصيف والمنحدر القاري أقل بكثير من معلوماتنا عن طبوغرافية القارات ، ذلك رغم أن التنوع في مظاهر السطح في منطقة الرصيف والمنحدر القاري قد تفوق أحياناً التنوع الموجود على سطح اليابس . ومن المناطق التي درست بالتفصيل خليج مين على الساحل الشرقي للولايات المتحدة حيث أخـــذ العمق في ١٥٥,٠٠٠ نقطة وذلك في مساحة ٨٩٠٠ ميل مربع بحري ، وعملت خرائـط كنتورية لقاع المحيط بفاصل رأسي يبلغ ٣٠ قدماً . وقد أظهرت هذه الخرائـط مظاهر عديدة من شواطىء وحواف وتلال وأحواض وغير ذلك . وترجع بعض هذه المظاهر إلى تأثير الركامات الجليدية التي سادت في المنطقة خلال العصر الجليدي. وقد ميز الأستاذ كوينين مظاهر السطح السالبة في الرصيف والمدرج القـاري وأجملها في الأشكال الآتية :

الأودية الغارقة أو المغمورة : drowned valleys ويقصد بها الأودية الغارقة التي لا شك في أنها كانت في الأصل أودية قارية ناتجة عن فعل الميـــاة الجارية على اليابس ثم غمرتها مياة البحر . ومن أشهر هذه الأوديـة وادي نهر هدسن في شرقي الولايات المتحدة ، الذي يمتد في المحيط الأطلسي لمسافـة ١٢٠ ميلاً بعد المصب . وقد ذكر لنا الاستاذ لويس Lewis [2] أن هناك وادياً غارقاً يمتد شمالاً في بحر الشمال حتى خط عرض جزر أوركني ويمثل هذا الوادي جزءاً

(١) Ibid, 1948.

(٢) Lewis, R. ( 1935 ) The orography of the North Sea bed, Geog. J. 86,PP. 334-342 :

من وادي نهر الرين ، وعندما كان هذا الجزء فوق سطح البحر كان نهر التيمز فرعاً له . كذلك يمكن تتبع أودية نهري الإلب والوزر حتى خط عرض مدينة أدنبره . وقد وصف لنا الأستاذ كوينين عدداً من الأودية المغمورة في منطقة بحر سندا Sunda بين جزيرة بورنيو وجزيرة سومطرة من جزر الهند الشرقية . وهناك أودية أخرى مغمورة حتى عمق ٢٨٠ قدم وذلك في منطقة بحر الصين وبالقرب من جزيرة جاوة .

قنوات المد والجزر : tidal channels في أنحاء كثيرة كما هو الحال في بحر سندا وفي الجزء الجنوبي الشرقي من بحر الشمال ، وعلى طول الساحل الشرقي للولايات المتحدة توجد قنوات مغمورة فيما بين الجزر ، وهي ليست أودية مغمورة ، ولكنها ناتجة عن تأثير حركة المياة أثناء المد والجزر ، وامتداد هذه القنوات أفقياً محدود ويحتمل أن هذه القنوات أو بعضها على الأقل قد نتج في البداية عن أودية أنهار قارية ثم عملت فيها حركة المد والجزر بعد ذلك حتى أصبحت بهذا الشكل .

الأودية الجليدية المغمورة . drowned glacial troughs

بالإضافة إلى الفيوردات التي تميز الكثير من السواحل في العروض العليا ، هناك أودية أو منخفضات تخط سطح الرصيف القاري وهذه المنخفضات تختلف بخصوصها الآراء ، ويذكر بعض العلماء أن هذه المنخفضات قد تكونت بواسطة النحت الجليدي عندما كانت منطقة الرصيف القاري فوق سطح الماء ، أو عندما كان الماء منحسراً عن منطقة الرصيف القاري بسبب انخفاض في سطح البحر ، وتتصل كثير من هذه المنخفضات بالفيوردات ولكنها أكثر اتساعاً من الفيوردات وأقل منها عمقاً . ومن الدلائل على أن هذه المنخفضات من فعل الجليد كونها ذات جوانب رأسية وتتصل بها أودية معلقة أحياناً . وقد أورد شبرد وصفاً لطبوغرافية خليج

سنت لورنس وخليج فندي Bay of Fundy إذ أنه ابتداء من نقطة قريبة من مصب نهر ساجوناي Saguenay حتى الحد الخارجي للرصيف القاري وهي مسافة تبلغ حوالي ٧٥٠ ميلاً نجد منخفضاً في خليج سنت لورنس ناتج عن النحت الجليدي . وقد يكون هذا المنخفض قد نحت في بادىء الأمر بواسطة المياه الجارية ، غير أن مظهره النهائي ناتج ولا شك عن نحت الجليد . ويبدو أن اللسان الجليدي الذي امتد ونحت هذا الوادي قد جاء فيما بين شبه جزيرة جاسبي Gaspé Peninsula وجزيرة أنتيكوستي Anticosti Island وخلال مضيق كابوت Cabot - Strait بين شبه جزيرة نوفا سكوتشيا Nova Scotia وجزيرة نيوفوندلند حتى حافة الرصيف القاري . وكذلك الحال بالنسبة لخليج فندي الذي يذكر شبرد أنه قد شكل بواسطة لسان من الجليد انحدر ونحته بهذا الشكل .

أما جونسون فهو يرى أن خليج سنت لورنس وادي مغمور أساساً وقد يكون للجليد أثر طفيف فيه . أما خليج فندي فيرى أنه أيضاً ناتج عن التعرية المائية وجزء منه عبارة عن صدع في قشرة الأرض ، وإن كان من المحتمل أن يكون الجليد قد أثر في تشكيله فيما بعد . وتعني هذه المناقشة أنه من الصعب تقرير ما إذا كانت هذه المنخفضات ناتجة عن حفر الجليد أو عن التعرية النهرية . غير أنه من الصعب قبول آراء شبرد بأن هذه الأودية المغمورة في العروض العليا قد نتجت جميعاً عن نحت الجليد .

الخوانق البحرية submarine canyons : وتوجد معظم هذه الخوانق في منطقة المدرج القاري ونادراً ما توجد في منطقة الرفرف أو الرصيف القاري ، وهذه الخوانق ضيقة وعميقة . وكان أول من اكتشف هذه الخوانق البحرية الأستاذ لندنكول Lindenkohl الذي كان يتتبع مصب نهر هدسن في منطقة الرصيف القاري في سنة ١٨٨٩ ، إذ وجد على بعد ٩٧ ميلاً من الساحل وعلى

عمق ٢٤ قدماً أن امتداد وادي هدسن تحت الماء قد بدأ يتخذ شكل الخانق وقد تتبعه لمسافة ٢٣ ميلاً أخرى حتى عمق ٢٩٤٤ قدم. وقد ذكر علماء آخرون أن هناك عدداً من هذه الخوانق على سواحل الولايات المتحدة ، وأن وادي هدسن أو خانق هدسن يمتد لمسافة تبلغ ١٤٠ ميـــلاً أخرى في منطقة المدرج القاري . وقد دلت بعض الدراسات الحديثة على أن خانق الهدسن لا يتصل بوادي الهدسن الغارق . وقد ذكر تولستوي (١) Tolstoy أن دراسة الأعماق حديثاً قد دلت على أن خانق نهر هدسن يمتد لمسافة ٣٠٠ ميل حيث يصل العمق إلى ٢٥٠٠ قامة وقد قامت بهذه القياسات السفينة أتلانتس Atlantis .

وقبل أن نذكر بعض الآراء الخاصة بكيفية تكوين الخوانق البحرية يحسن أن نذكر بعض خصائص هذه الخوانق البحرية .

١ – تتكون الخوانق البحرية من ثلاثة أجزاء متميزة هي .

أ – جزء ضحل في منطقة الرصيف القاري .

ب – جزء عميق ومرتفع الجوانب في منطقة المدرج القاري .

حـ – جزء واسع وضحل في عرض المحيط .

٢ – تنتشر الخوانق البحرية في جميع بحار ومحيطات العالم ، فقد وجدت على سواحل جميع القارات فيما عدا قارة أنتاركتيكا.التي يبدو أن السبب في عدم وجود خوانق بحرية حولها يرجع إلى قلة المعلومات .

٣ – معظم الخوانق البحرية تمتد في نفس اتجاه الأنهار على الساحل أو في اتجاه خلجانها البحرية . غير أن هناك خوانق بحرية لا تمتد في اتجاه الأنهار على الإطلاق .

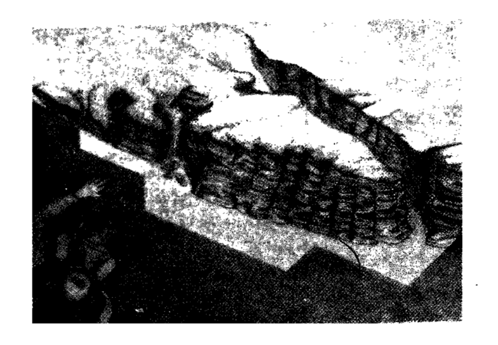
---

(١) Tolstoy , Ivan ( 1951 ) Submarine topography in the North Atlantic , Geol. Soc. Am. Bull. 62, PP. 441-450

٤ – الخوانق العميقة لا توجد إلا في منطقة المنحدر أو المدرج القاري وهي ذات جوانب شديدة الانحدار .

٥ – الخوانق البحرية حديثة من الناحية الجيولوجية فبعضها يرجع إلى عصر البليوسين والبعض الآخر يرجع إلى عصر البليستوسين .

٦ – معظم الخوانق البحرية منحوتة في صخور رسوبية ، وإن كانت بعض الخوانق توجد في صخور جرانيت كما هو الحال في مونتريه Monterey Canyon على ساحل ولاية كاليفورنيا ، حيث استخرجت صخور جرانيت على عمق ٥٠٠



( شكل ٢٦ )

منظر للخوانق البحرية

قامة . وإن كان البعض يفسر وجود الجرانيت بأنه ربما كان حافة صخرية مدفونة في الصخور الرسوبية .

٧ ـ يقل أو ينعدم وجود الخوانق البحرية حيث يقل الانحدار في منطقة المدرج القاري عن درجتين .

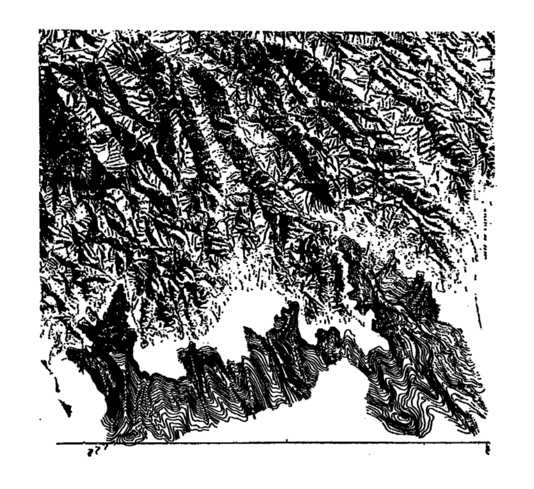
٨ ـ تتوزع الخوانق البحرية دون ارتباط بالتاريخ الجيولوجي للسواحل ، فهي توجد حيث سواحل الغمر وحيث سواحل الحسر ، كذلك توجد سواء كانت السواحل تتميز بالجبال الحديثة أو القديمة ، وعلى السواحل التي تأثرت بالتعرية الجليدية أو بالتعرية المائية .

٩ ـ تشبه الخوانق البحرية الخوانق التي توجد على سطح اليابس وذلك في كونها ذات جوانب مرتفعة وشديدة الانحدار وعميقة ، غير أنها ليست تامةالشبه بالخوانق الموجودة على اليابس . ولا بد أن نتذكر دائماً أن الصورة التي لدينا عن الخوانق البحرية ليست كاملة تماماً كما هو الحال عند دراسة الخوانق الموجودة في القارات. كما أنه يجب الحذر من أن يكون الأشخاص الذين يقومون برسم خرائط الخوانق البحرية يتأثرون بما يعرفونه عن الخوانق العادية على اليابس . ومن أكثر الخوانق التي درست تلك التي توجد على الساحل الشرقي للولايات المتحدة بحيث يمكن الحصول على صورة دقيقة لها ( أنظر شكلي ٢٦ ، ٢٧ ) .

١٠ ـ درجة الانحدار في الخوانق البحرية أكثر بكثير من درجة الانحدار في الخوانق القارية وقد تزيد درجة الانحدار في حالة الخوانق البحرية بحوالي عشر مرات عن الخوانق القارية .

١١ ـ من المعتقد أن الخوانق البحرية توجد على سواحل بعض الجزر .

١٢ ـ تمتد بعض الخوانق حتى أعماق تزيد عن ٢٠٠٠ قامة



( شكل ٢٧ )

منظر لقاع البحر يوضح الخوانق البحرية
بالقرب من جزيرة كورسيكا

## بعض النظريات الخاصة بتكوين الخوانق البحرية :

لا يتسع المجال هنا لدراسة جميع النظريات الخاصة بتكوين الخوانق البحرية خاصة النظريات القديمة التي يتجه معظمها إلى القول بأن الخوانق البحرية قد تكونت نتيجة لحركات تكتونية وانكسارات ، وإن كان من الممكن القول أن بعض أجزاء من الخوانق البحرية قد تأثرت بالإنكسارات ، غير أن النمط الشجري لبعض الخوانق البحرية على السواحل الشرقية للولايات المتحدة ، والتعرجات الكثيرة التي توجد في مجاريها توحي بأنها ليست ذات أصل انكساري .

وقد اقترح البعض أن تكون الخوانق البحرية ذات ارتباط بالخوانق الموجودة على اليابس ، وقد أدى إلى هذا الاعتقاد امتداد بعض الخوانق البحرية في نفس امتداد الأنهار على اليابس . وقد اقترح البعض أن تكون الخوانق قد تكونت على سطح اليابس ثم انخفض اليابس وغمره البحر وهكذا أصبحت خوانق بحرية ، غير أن الرأي الأخير أصبح غير مقبول حيث أن معظم سواحل العالم توجد بجوارها خوانق بحرية وليس من المعقول أن تكون كل سواحل العالم قد تعرضت لهذه العملية . وحيث أن الخوانق البحرية قد تكونت في الزمن الثالث ورواسبها ترجع إلى عصر البليستوسين فمعنى هذا أن منطقة المدرج القاري لا بد وأنها كانت تحت سطح الماء خلال ذلك العصر حتى تتلقى هذه الرواسب ثم أنها جميعاً ارتفعت إلى أعلى حتى يمكن نحت هذه الخوانق فيها ثم انخفضت مرة أخرى في أواخر عصر البليستوسين ، وليس من المعقول أن نسلم بأن هذا التطور والارتفاع والانخفاض لمنطقة الرصيف والمنحدر القاري قد حدثت على هذه الصورة .

وهناك رأي آخر عن تكون الخوانق البحرية على سطح اليابس أولاً ، وهذا

الرأي يتخلص من النقد الموجه للرأي السابق بأنه ليس من المعقول أن يرتفع اليابس وينخفض عدة مرات ، لذلك يتجه الرأي الثاني إلى القول بأن البحر هو الذي ارتفع وانخفض عدة مرات وليس اليابس ، وأن هذا التغير في سطح الماء قد حدث نتيجة لحدوث العصر الجليدي وتحول جزء من مياه البحار والمحيطات إلى جليد في وقت من الأوقات ثم عودته إلى الذوبان في فترات الدفء . غير أن الدراسة قد أثبتت أن التغير في مستوى سطح البحر في الفترات الجليدية وغير الجليدية لم يتعد ٣٠٠ قدم . ولا يمكننا أن نقبل أن التغير في مستوى اليابس والماء في العصر الجليدي لا يمكن أن يصل إلى آلاف الأقدام . غير أن شبرد وإمري[1] Emrey يعتقدان بأن سمك الجليد كان كبيراً في المراحل الأولى للعصر الجليدي وأن الاختلاف قد وصل في مستوى البحر إلى ٣٠٠ قدم . ويرفض معظم الجيولوجيون هذا الرأي لأن تفسير انخفاض سطح البحر بهذا القدر الكبير غير مقنع .

وقد اقترح جونسون أن الخوانق البحرية قد نتجت عن تسرب المياه العذبة تحت السطح في المناطق القارية ثم ظهورها في منطقة المدرج أو المنحدر القاري على هيئة ينابيع وأن هذه الينابيع قد عملت على نحت الخوانق في اتجاه الساحل. غير أن هذا الرأي لم يقبل به أحد . وليس هناك تفسير لوجود بعض الخوانق في صخور الجرانيت مثل خانق كرمل Carmel Canyon على ساحل كاليفورنيا . ذلك لأن جونسون قد طبق على جميع سواحل العالم بعض الحالات التي درسها على الساحل الشرقي للولايات المتحدة . وليس من المعروف كيف يمكن للينابيع أن تنحت خوانق شديدة الانحدار في اتجاه الساحل .

---

(١) Emrey, K.O. ( 1948 ) Submarine geology of BiKini atoll, Geol. Soc. Am. Bull. 59 , pp. 855-860 .

ويرى بعض العلماء أن الخوانق قد تكونت نتيجة للتيارات البحرية وأمواج التسونامي في فترة من الفترات . وأهم الاعتراضات على هـذا الرأي أن الخوانق البحرية ما زالت تتكون حتى الآن ولم تتوقف فيها عمليـات النحت . كما أن الانتشار العالمي للخوانق البحرية لا يتفق مع المناطق التي تأثرت بالزلازل وأمواج التسونامي ، ومثال ذلك أن سواحل المحيط الاطلسي الشمالي لم تتعرض كثيراً للتسونامي ورغم ذلك فإن بها الكثير من الخوانق البحرية ، وعلى العكس نجد القليل من الخوانق البحرية على سواحل اليابان وبيرو رغم كثرة حدوث التسونامي. كذلك من المعروف أن التسونامي يتحرك على طول جبهة واسعة عريضة وليس من الواضح كيف أن هـذه الحركة تؤدي إلى نحت خوانق بحرية . وخلال التسونامي تتحرك مواد إلى أعلى الرصيف القـاري وتتحرك مواد أخرى إلى أسفل. وليس من المعروف ما إذا كانت أمواج التسونامي تحدث في أعماق بعيدة تسمح بتكوين الخوانق البحرية أم لا .

ويعتقد الأستاذ ديلي [1] Daly أن الخوانق البحرية قـد تكونت نتيجة لتيارات الخلط التي تتحرك من منطقـة الرصيف القاري إلى الأعـاق البعيدة . وتكون هذه المياة محملة بالرواسب فتقوم بنحت الخوانق . وقـد كانت عملية النحت نشيطة خلال عصر البليستوسين. وذلك بسبب كثرة الرواسب التي حملتها تيارات الخلط وهي رواسب الركامات الجليدية . وقد وجد أنه من الممكن أن تتحرك تيارات الخلط هذه برواسبها مستقلة عن مياه البحر وقد عملت دراسات أثبتت ذلك في بحيرة جنيف وبحيرة كونستانس Lake Constance وبحيرة ميد Lake Mead ، فعندما تدخل مياه نهر الرون في بحيرة جنيف فإنهـا تغوص إلى أسفل وتجري كمياه مستقلة داكنة اللون . ونفس الشيء يحدث عندما

(١) Daly , R.A, (1942) The floor of the ocean , Univ. of North Carolina Press , p. 157 .

يدخـــل نهر الرين في بحيرة كونستانس ، كذلك الحال بالنسبة لنهر كلورادو عندما يدخل بحيرة ميد . وقد لاحظ كوينين تيارات الخلط هذه في البحيرات وفي مناطق الخزانات ، وذكر أنه من الممكن تجربة ذلك صناعياً في براميـل الماء . غير أن هناك فرق بين وجود هذه الحركة في البراميل أو البحيرات أو الخزانات وبين حدوثها في المحيطات .

ويقسم شبرد الخوانق البحرية إلى ثلاثة أقسام قسم نحت بواسطة عوامـــل التعرية على اليابس عندما كان سطح البحر منخفضاً وهذا الجزء هو أقرب الأجزاء إلى اليابس ، ثم جزء متوسط أكثر قدماً ومن الممكن أن يكون الجزء الأوسط والجزء الخارجي من الخوانق البحرية قد نتجا عن عمليات تكتونية بالإضافة إلى فعل التعرية في وقت من الأوقات .

وهناك آراء أخرى تعود بنـــا إلى النظريات الخاصة بنشأة الأرض ونشأة أحواض البحار والمحيطات وإحدى هذه النظريات تذكر أن الأرض عندمـــا بردت وانكشت هبطت أجزاء من القشرة نحو الباطن بسبب الإنكماش ، وقد أدت بعض الانكماشات إلى تكوين الخوانق البحرية وأن بعض عمليات الهبوط قد وصلت إلى ٢٠,٠٠٠ أو ٣٠,٠٠٠ قدم .

وهكذا يظل أصل الخوانق البحرية لغزاً لم يحل. وأفضل الآراء التي عرضت حتى الآن هي القائلة بأنها تكونت نتيجة لتيارات الخلط بالإضافة إلى عمليـات انزلاق الصخور في قاع البحر وكذلك عمليـات زحف التكوينات من أعلى إلى أسفل ، وهذا الرأي يلقى أقل قدر من الاعتراضات .

وقد وصف ديتز[1] Dietz خمساً من هذه الخوانق البحرية في المحيط الهندي

---

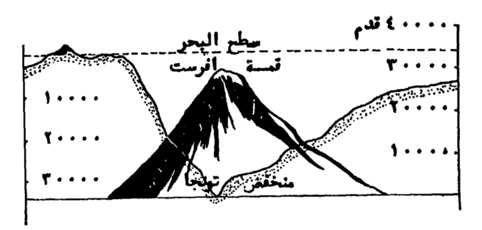
(٢) Dietz, R.S. (1953) Possible deep-sea turbidity current channels in the Indian Ocean , Geol. Soc. Am. Bull. 64 pp. 375 - 377 .

إلى الجنوب الشرقي من جزيرة سيلون Ceylon وهو يعتقد أن هذه الخوانق قد نتجت عن نحت تيارات الخلط . وتختلف هذه الخوانق في عمقها من ٣٠ إلى ٢٤٠ قدم وفي اتساعها ما بين ميل واحد وأربعة أميال . ويعتقد ديتز أن أكبر هذه الخوانق متصل بخانق نهر الكنج على بعد ١١٠٠ ميل بحري إلى الشمال .

## الفصل العاشر

# المظاهر الطبوغرافيـــة
# في قيعان البحـار والمحيطات

كانت الفكرة السائدة قبل استخدام المجسات الحديثة لقياس الأعماق أن قاع البحر عبارة عن مسطح سهلي واسع وأن التباين في مظاهر السطح في قيعان البحار والمحيطات قليل للغاية . ورغم أن دراسة قاع البحر ليست كاملة في كل مكان إلا أن المعلومات التي لدينا تدل على أن هذه الفكرة خاطئة وغير صحيحة ( أنظر شكل ٢٨ ) وقد تكون هناك أجزاء كبيرة من قيعان المحيطات والبحار ليست بها اختلافات كبيرة في مظاهر السطح ، غير أن هذه ليست القــاعدة وإنما الاستثناء . ولا شك أن التباين الكبير في طبوغرافية قـــاع البحر مثير للدهشة ، ذلك لأن قاع البحر يتعرض للإرساب أكثر مما يتعرض للنحت. ويبدو أن النشاط البركاني والتكتوني هو المسئول عن التباين الكبير الموجود في مظاهر سطح قاع البحر. ولا شك أن عدم وجود عوامل مثل التجوية أو الانهيار الأرضي تجعل مظاهر السطح في قاع البحار أقل تبايناً ولكنها أكثر وضوحاً ذلك لأن التجوية تعمل على تفتيت الصخور وإعدادها للنقــل وبذلك تتم تسويتها ، فلا




( شكل ٢٨ )

مقارنة بين أعلى قمم العالم وأعمق جزء في المحيطات

تظل حادة كما هو الحال تحت سطح الماء .

### مظاهر السطح السالبة :

توجد مظاهر سطح سالبة في أعماق البحار والمحيطات مثل الأحواض والمنخفضات، وبعض هذه المظاهر مثل الأحواض يكون عادة واسعاً مستديراً أو بيضاوياً ، ومن أمثلة هذه الأحواض حوض غرب أوربا وحوض كناري وحوض الرأس الأخضر Cape Verde وحوض نيوفوندلند وحوض أمريكا الشمالية وحوض الكاريبي وحوض البحر المتوسط وحوض سلبيس Celebes وحوض خليج المكسيك وهي جميعاً أحواض يحيط بها اليابس. وهناك منخفضات أخرى تتميز بالطول والضيق ولها جوانب شديدة الانحدار، وقد تكون واسعة وجوانبها أقل انحداراً . وتوجد المنخفضات العميقة عادة بالقرب من السواحل الانكسارية مثل سواحل المحيط الهادي وحول الجزر القوسية مثل جزر الهند

الشرقية وفي منطقـــة البحر الكاريبي ، وأشهر المنخفضات منخفض مندناو Mindanao بالقرب من جزر الفلبين حيث يصل العمق فيه إلى ٥٧٤٠ قامــة. ومنخفض ألوشيان ويصل عمقه إلى ٤١٩٩ قامة ، ومنخفض اليابان ويصل عمقه إلى ٥٣٦٠ قامة ، ومنخفض بورتوريكو ويصل عمقه إلى ٥٠٤١ قامة . وهناك أيضاً منخفض بارتلت وعمقه ٣٩٥٨ قامة وهو في البحر الكاريبي إلى الجنوب من جزيرة كوبا ، ومنخفض ويبر Weber في بحر ملقه . ويوصف المكان بالعمق إذا كان عمقه أكثر من ٣٠٠٠ قامة .

## مظاهر السطح الموجبة :

وهي المظاهر التي ترتفع إلى أعلى فوق السطح العام لقاع البحر وأهمها المرتفع والحواف المرتفعة والهضاب الصغيرة والكبيرة . وبعض هذه المظاهر يرتفع إلى أعلى بالتدريج ومن أمثلة هذه المظاهر مرتفع هوائي في المحيط الهادي ويصل طوله إلى ١٩٠٠ ميل وعرضه إلى ٦٠٠ ميل وفوقه ترتفع جزر هوائي المعروفـــة . وهناك مرتفعات ضيقة وطويلة كالحواف الجبلية وجوانبها شديدة الانحدار ومن أشهر أمثلتها حافة الأطلسي الوسطى التي تمتد من جزيرة أيسلندة في الشمال حتى نقطة قريبة من رأس الرجاء الصالح في الجنوب . وقد درست هذه الحافة بكثير من التفصيل،وهي تتكون من ثلاثة أجزاء ؛ جزء مرتفع في الوسط وهو السلسلة الرئيسية التي تتكون من عدد من الحواف المتوازية تمتد في اتجاه عـام من الشمال الشرقي إلى الجنوب الغربي . وفي بعض أجزائها يصل العمق إلى ٨٠٠ قامة فقط، وفي أجزاء أخرى يتراوح العمق بين ١٦٠٠ ، ٢٥٠٠ قامة . ويوجد قسم مدرج من هذه الحافة حيث يتكون من عدد من الدرجات تتباين في اتساعها ما بين ميل واحد وخمسين ميلاً وعرض هذا الجزء كله يتراوح بين ٢٠٠ ، ٣٠٠ ميل . أما القسم الثالث ويصل عمقه إلى حوالي ٢٩٠٠ قامة فيقع بين الجزء المدرج والجزء السهلي من قاع المحيط ، وهذا القسم الأخير جبلي ومتميز عن القسمين السابقين ،



( شكل ٢٩ )

تكوينات في قاع المحيط على عمق ١٨
الف قدم بالقرب من جزيرة برمودا

ويمتد هذا القسم في اتجاه شمالي شمالي شرقي إلى جنوبي جنوبي غربي وتصل بعض قممه إلى ارتفاع ٣٠٠٠ قدم . ويميز هذا القسم على أنه منطقة أقدام المرتفعات للسلسلة الأطلسية الوسطى .

وهناك آراء متعددة حول نشأة سلسلة الأطلسي الوسطى أهمها :

١ ـ أنها حافة قافزة .

٢ ـ أنها التواء محدب .

٣ ـ أنها باطن أخدود ظهر عندما بدأت قارة جندوانا تتكسر .

٤ ـ أنها نتجت عن نشاط بركاني تم على طول انكسار اتجاهه من الشمال الشرقي إلى الجنوب الشرقي .

٥ ـ أنها جبال شبيهة بالجبال التي توجد في القارات .

٦ ـ أنها منطقة انكسارات .

ولم يكن من السهل القول ما إذا كانت هذه الحافة ناتجة عن الإلتواء أو الإنكسار من مجرد قياس الأعماق . وقد أظهرت الأبحاث أن بين صخور هذه الحافة حجر جيري وصخور رسوبية أخرى .

أما المرتفعات التي توجد في قاع البحر وتتميز باستواء سطوحها من أعلى فيطلق عليها هضاب ، ومن أمثلتها هضبة الباتروس في المحيط الهادي إلى الجنوب من أمريكا الوسطى ، وهضبة سيشل في المحيط الهندي ، وهضبة أزور في المحيط الأطلسي الشمالي . وقد ظهر من قياسات الأعماق أن هضبة أزور فوقها بعض القمم المرتفعة تتجه في اتجاه عمودي على السلسلة الأطلسية ، وهي تختلف في طبيعتها عن السلسلة الرئيسية . والحواف التي توجد في هضبة آزور تنفصل عن بعضها بواسطة أودية واسعة تختلف عن الأودية الضيقة المتقاربة التي توجد في

السلسلة الرئيسية . وقد دلت قياسات الأعماق على أن هناك الكثير من التفاصيل في مناطق هذه الهضاب .

وتمتد بعض المرتفعات البحرية لتكون أقواس جزر ومثال ذلك منطقة غرب المحيط الهادي وجزر الهند الغربية حيث توجد على هوامش هذه الجزر منخفضات عميقة تعتبر من أكثر جهات المحيط عمقاً . وهناك آراء متعددة حول كيفية تكون هذه الأقواس الجزرية ، غير أنها تتفق جميعاً على أن هذه المناطق تتميز بالحداثة والنشاط .

ومن المظاهر الطبوغرافية الأخرى في أعماق المحيطات والجزر البركانية وهي شائعة في المحيط الهادي على وجه الخصوص . وهناك عدد كبير من الجزر ذات السطح المنخفض تحت الماء ويطلق عليها تعبير seamounts وتوجد أمثلة عديدة لها في منطقة خليج ألاسكا وقد قام موري بدراستها وترتفع هذه الجزر ما بين ٣٥٠٠ قدم ، ١٢٤٠٠ قدم فوق قاع خليج ألاسكا . وبعض هذه المرتفعات عبارة عن قمم بركانية . وقد وصف هس Hess [١] حوالي ١٦٠ من هذه الجزر المغطاة بالبحر في المحيط الهادي فيما بين جزر هوائي وجزر ماريانا ، وترتفع هذه الجزر ما بين ٩٠٠٠ ، ١٢٠٠٠ قدم عن فوق سطح قاع المحيط وتصل القمم إلى ما بين ٢٣٠٠٠ ، ٦٠٠٠ قدم تحت سطح الماء . وقد أطلق هس تعبير guyot على الجزر ذات السطح المستوى من أعلى ومن أمثلتها جزيرة قاعدتها ذات محيط يبلغ طوله ٣٥ ميلاً وقمتها ذات محيط يبلغ ٩ ميل ، وأخرى ذات قاعدة تبلغ ٦٠ ميلاً وقمة تبلغ ٣٥ ميلاً . وقد ذكر شبرد أن هناك ٧٧ من هذه الجزر بجوار ساحل جنوب كاليفورنيا ، وأشهرها سان جوان التي ترتفع

---

(١) Hess . H. H. ( 1946 ) Drowned ancient islands of the Pacific basin . Am. J. Sci. 244 . p. 772-791 .

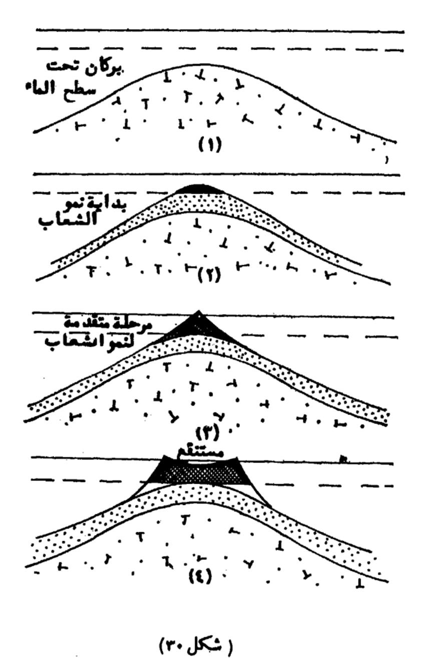
١٠٠٠٠ قدم فوق سطح قاع المحيط . وهناك أعداد كبيرة من هـذه الجزر في المحيط الأطلسي الشمالي ، ومجموعة واضحة إلى الجنوب الشرقي من كيب كود ترتفع حوالي ١١٠٠٠ قدم فوق قاع المحيط في هذا الجزء .

## الشعاب المرجانيـــة

أدى اكتشاف البترول في مناطق الشعاب المرجانية إلى اهتمام علماء الجيولوجيا بدراسة هذه الظاهرة من الناحيتين الجيولوجية والطبوغرافية . وليست جميع الشعاب المرجانية من تكوين المرجان ، وإنما قد تكون من تكوين عناصر عضوية أخرى ، لذلك يميل البعض إلى تسمية الشعاب المرجانية بأنها تكوينات أو بناء عضوي Organic mound .

### أنواع الشعاب :

هناك ثلاثة أنواع من الشعاب وهي الشعاب الهامشية fringing reef وهي تنمو بجوار خط الساحل مباشرة وقـد تكون هي خط الساحل نفسه ويسود هـــذا النوع بوجه خاص في المياه المدارية . والشعاب الحاجزية barrier reef وهي تقع بعيدة عن الساحل بعض الشيء ويفصلها عنه مستنقع عميق بعض الشيء بحيث يسمح بنمو الشعاب ، ويختلف اتساع المستنقع من مكان لآخر فقد يكون مجرد قناة ضيقة وقد يصل عرضه إلى عشرات أو مئـات الأميال . فإلى الشمال الشرقي من قارة أستراليا توجد شعاب يصل اتساعها إلى ١٠٠٠ ميل مع بعض الانقطاعات هنـــا وهناك . وقد تتحول الشعاب الحاجزية إلى شعاب هامشية عندما تتصل بالساحل . وتحيط الشعاب الحاجزية بكثير من الجزر المدارية في المحيط الهادي وذلك مثل جزر تاهيتي Tahiti وبذلك تكون أجزاء مغلقـة




( شكل ٣٠)

مراحل تكون الشعاب

تصلح لإقامة الموانى . أما إذا تكونت الشعاب المرجانيـــة بشكل دائري حول مستنقع فإنه يسمى atoll .وتتميز بعض الشعاب المرجانية بأنها مستوية والبعض الآخر له انحدارات تصل إلى ٤٥° .وهناك حاجة شديدة إلى مزيد من الدراسة لمناطق الشعاب . وكثير من الشعاب تحيط بجزر غير مرجانية وقد تكون ذات أصل بركاني . وقد يكون جزء من الشعاب تحت سطح المـــاء وجزء آخر فوق سطح الماء . وقد تكون الشعاب طويلة أو بيضاوية أو مستديرة أو غير ذلك من الأشكال .

## عوامل نمو الشعاب :

عند دراسة أصول تكوين الشعاب لا بد من الاهتمام بالظروف البيئيـــة التي تساعد على تكوين ونمو هذه الشعاب . وهناك نوعان من الأحياء هي التي تساهم في نمو الشعاب وهي المرجان وأنواع معينة من الأحياء الكلسية الجسم والتكوين. ومن المعروف أن هذه الأحياء تعيش في المياه الضحلة وذلك بسبب حاجتها إلى الضوء ، ويتوقف العمق الذي توجد فيه هذه الأحياء على تيارات الخلط والمواد النباتية العالقة بالماء وهي عوامل تحدد كمية الضوء التي تنفذ إلى الأعمـــاق . وفي بعض الحالات الاستثنائية تنمو الشعاب على عمق ٣٠٠ قدم ونادراً ما تنمو على عمق ١٥٠ إلى ٢٠٠ قدم . ( أنظر شكل ٣٠ )

أما من ناحية درجـــة الحرارة فمن الممكن أن تنمو الشعاب تحت درجات حرارة تتراوح بين ١٦°م ، ١٨°م ، غير أن الشعاب تنمو بسرعـة أكبر تحت درجات حرارة تتراوح بين ٢٥°م ، ٣٠°م ، أما درجة الملوحة الملائمـــة لنمو الشعاب فهي تتراوح بين ٢٧ ، ٣٨ في الألف . وتؤدي قلة الملوحة في الميـاه إلى عدم وجود الشعاب عند مصبات الأنهار الكبرى، أو قد يكون اختفاء الشعاب في هذه الأجزاء بسبب سرعة حركة تيارات الخلط، كما أن وجود كميات كبيرة

من الطمى لا تساعد على تكوين الشعاب ، وذلك لسببين أولهما أن وجود هذا الطمى يعوق وصول الضوء إلى الأعمـــاق وثانيهما أن ذرات الطمى تترسب على تكوينات الشعاب وتتداخل معها في التكوين مما يؤدي إلى اضطراب في هذا التكوين . ويعوق من تكوين الشعاب أيضاً وجود أمواج قوية عنيفة في المنطقة إذ أن الشعاب تتطلب شيئاً من الثبات أو الهدوء حتى يتسنى لها أن تتكون وأن تنمو ، هذا وإن كانت الأمواج قد تقوم بخدمة الأحياء التي تكون الشعاب بطريقة غير مباشرة وذلك بأنها تحرك المواد العالقة في الماء إلى أماكن هـــذه الأحياء فتمدها بذلك بالغذاء اللازم لها وكذلك تمدها بالأكسيجين . كذلك نجد أن الشعاب تنمو على الأرض الصلبة نسبياً ولا تفضل النمو على السطوح الطينية . ويعتقد كوينين أن عدم وجود الشعاب في بحر سندا يرجع إلى عدم ملاءمة قاع البحر هناك لنمو الشعاب .

## النظريات الخاصة بكيفية تكون الشعاب :

ليس المجال هنا في هـــذا الكتاب واسعاً حتى نأتي بمناقشة تفصيلية لكيفية تكون الشعاب من ناحية النظريات المطروحة لتفسير هذه الظـاهرة ، ولكننا سنعرض صورة مختصرة لهذه النظريات . وهناك خلافات في الرأي أيضاً حول كيفية تكوين المستنقعات التي توجد خلف الشعاب .

وتتلخص النظريات التي تفسر الأصل في تكوين الشعاب في ثلاث نظريات هي :

١ - نظريات تقول بأن تكون الشعاب لا يستدعي أن يحدث تغير في مستوى البحر وإنما الشعاب تكونت في مناطق ثابتة من الأرصفة البحرية .

٢ - نظريات تفسر تكوين الشعـاب على أساس التغيرات التي حدثت في عصر البليستوسين وما بعده .

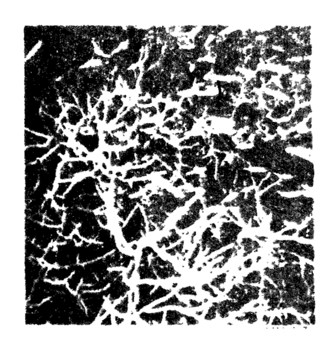


( شكل ٣١ )
شعاب مرجانية نامية حتى الساحل

٣ – نظريات تفسر وجودها تحت سطح الماء بأنه نتيجة لانخفاض الجذور التي تبنى عليها الشعاب إلى أسفل باستمرار .

أما بخصوص المجموعة الأولى من النظريات فأهم من نادى بها هما الأستاذان راين Rein وموري Murray في أواخر القرن التاسع عشر ، وقد ذكرا أن الشعاب قد تكونت على أرصفة ثابتة ، وأن هذه الأرصفة من الممكن أن تعطى الظروف الملائمة لتكوين الشعاب سواء على هيئة حواجز أو حلقات . وقد فسر موري تكوين المستنقعات خلف الشعاب المرجانية بأن مياهها تأتي عن طريق الأمواج التي تقذف بمياه البحر إلى خلف الحواجز المرجانية خاصة في أوقات المد.

وقد قدم الأستاذ أجاسيز نظرية مشابهة وذكر أنه لا بد أن تكون عمليات النحت البحري قد سبقت بناء الشعاب . وقد ذكر أن عملية بناء الشعاب من الممكن أن تستمر فوق الأرصفة البحرية حتى تظهر التكوينات فوق سطح الماء دون ضرورة لتغيرات في مستوى سطح البحر وإنما المهم أن تكون الظروف ملائمة لنمو الشعاب . ويعترض البعض على هذه النظرية بأن سمك الشعاب وظهورها فوق سطح الماء يصعب إرجاعه إلى بناء الأحياء المائية تماماً وأنه لا بد أن يكون هناك بعض التغير في مستوى قاع البحر أو سطح الماء .



( شكل ٣٢ )

شعاب مرجانية في قاع البحر

أما النظريات التي تربط بين تكوين الشعاب وبين العصر الجليدي وما حدث فيه من تغيرات في مستوى سطح اليابس والماء ، فأهم من نادى بها هـو الاستاذ ديلي Daly [1] ويعتقد ديلي ومن قبله علماء آخرون مثل الأستاذ بنك Penck في ألمانيا أن تكوين الشعاب قد تم جزء كبير منه عندما كان سطـح البحر منخفضاً عن سطحه الحالي بما يتراوح بين ١٠٠ ، ٢٠٠ متر وأن ارتفاع سطـح البحر حالياً قد نتج عن انتهاء العصر الجليدي وذوبان الجليد وإضافة مياهه إلى مياه البحار والمحيطات وقد أوضح ديلي أن عمق المستنقعات التي توجـد وراء الشعاب يظهر تجانساً كبيراً فهو لا يزيد في العادة عن ٨٠ أو ٩٠ متراً ، وأن وجود الفترات الجليدية قد أدت إلى تبريد مياه البحر وبالتالي القضاء على الأحياء المائية التي تبني الشعاب ، والقضاء على هذه الأحياء يتيح للنحت البحري أن يقضي على أجزاء من الجزر والأرصفة وبذلك توجد أجزاء منخفضة منحوتـة حول الجزر وبالقرب من السواحل . وعندما تحل فترة دفيئة بعد الفترة الجليدية يرتفع مستوى البحر وتهدأ المياه وترتفع درجة حرارتها ويقل بها الطين وهـذه كلها عوامل تساعد على بناء الشعاب وتتم عملية البناء فوق الأرصفـة التي تعرضت لعمليات النحت خلال الفترات الجليدية . وكانت الشعاب تنمو إلى أعلى ونحو الساحل كلما ارتفع مستوى سطح البحر حتى أصبحت جذورها على عمق يتراوح بين ٢٥٠ ، ٣٠٠ قدم . وقد حدثت عمليـات إرساب في المستنقعات الساحلية في نفس الوقت الذي كانت تنمو فيه الشعاب ، غير أن درجة امتلاء المستنقع كانت تتوقف بالطبع على مساحته ، وهكذا كان العمق في هـذه المستنقعات يتباين من مكان لآخر . ويعترض على نظرية ديلي بأن بعض الأرصفة البحرية من الاتساع بحيث لا يمكن للأمواج أن تنحتها خلال الفترة الجليدية ، كما أن المستنقعات الساحلية خلف الشعاب لم تكن متجانسة في أعماقهـا كما ذكـر .

---

(١) Daly , R. A ( 1942 ) « The floor of the ocean »

أما النظريات التي تربط بين تكون الشعاب وبين هبوط حدث في مستوى اليابس . وأهم من نادي بهذه النظرية هو العالم شارل داروں ،(١) وقد زار دارون بعض مناطق الشعاب المرجانية حول جزر تاهيتي . ويذكر لنا في نظريته أنه يكفي أن تهبط جزيرة بركانية وتبدأ الشعاب المرجانيـــة تبني على جوانب الجزيرة بسرعة مماثلة تقريباً لسرعة هبوط الجزيرة . وعلى هذا الأساس فإن الشعاب تبدأ هامشية الشكل ثم تتحول إلى حاجزية ثم إلى حلقيـــة باستمرار الهبوط . وقد أيد الأستاذ ديفز هذه النظرية وذكر أنه مما يؤيد النظرية أن هناك أجزاء مغمورة على سواحل بعض الجزر التي توجد بجانبها شعاب مرجانية. كما أنه يندر أن يوجد بجوار الشعاب المرجانية جروف ساحلية ، وأضاف أنه ليس من المعقول أن تظل الجزر دون هبوط ، وأنه قــــد أمكن الحصول على شعاب مرجانية على سواحل جزر هوائي بالقرب من هونولولو Honolulu على عمق وصل إلى ١١٧٨ قدماً . وقد أجريت مجسات أثبتت أن الشعاب المرجانية موجودة حتى عمق ٢٥٠٠ قدم . وهذا دليل على أن حركة هبوط قد حدثت في هذه المناطق . كل هذه الدلائل تدعم من نظرية دارون وتجعلها أقوى النظريات المعروضة لتفسير تكون الشعاب .

وقد تقدم الأستاذ كوينين في سنة ١٩٦٠ بنظرية ربط فيها بين نظرية ديلي ونظرية دارون على أساس أنه قد حدث هبوط في سطح اليابس في الوقت الذي كان يجري فيه بناء الشعاب المرجانية وأن هذه الحركات قد تأثرت أيضاً بوجود العصر الجليدي وما أصاب سطح البحر من تغيرات خلال ذلك العصر .

---

(١) Davis, W. M. ( 1928 )" The coral reef problem "
Am. Geog . Soc. Spec. Publ. q , P. 519.

# الرواسب في قيعان البحار والمحيطات

من المهم أن يعرف البحار نوع الرواسب التي توجد في قاع البحر وإن كانت هذه الأهمية قد قلت في الوقت الحاضر عما كانت عليه في الماضي . ففي أواخر القرن الثامن عشر كان من المهم للبحار أن يعرف هل قاع البحر في المنطقة التي يبحر فيها من صخور صلبة أو من إرسابات طينية . غير أن معرفـــة طبيعة الرواسب الموجودة في قاع البحر وتوزيعها وسرعـــة إرسابها ما زالت تهم الجيولوجيين في الوقت الحاضر ويهتم بها أيضاً عالم الأحياء المائيـــة . وكثير من الدراسات المتعلقة ببنية الأرض وتاريخها الجيولوجي يمكن الوصول إليها عـــن طريق معرفة الرواسب التي توجد على قاع البحر [١] .

وكثير من الصخور الرسوبية التي تظهر على سطح الأرض ذات أصل بحري . لذلك فإن دراسة هذه الصخور تستلزم معرفة طبيعة التكوينات البحرية . إذ أن معظم الإرسابات البحرية قد أرسبت في مناطق شبيهة بالأرصفة القارية في مياة ضحلة . وبالطبع لا بد أن جزءاً من التكوينات البحرية يرجع في أصله إلى الأحياء المائية التي تعيش في البحر .

وقد جاءت الرواسب التي توجد في قاع البحر من مصدرين أحدهما القارات التي جاءت منها كتل الصخور والحصى والرمال والطين . والمصدر الآخر هـــو البحر نفسه الذي يعطي البقايا العضوية للنباتات والحيوانات البحرية . وفي معظم الأحوال نجد أن هذه الرواسب قد نقلت من أماكنها الأصلية إلى حيث أرسبت على قاع البحر ، والاستثناء لهذا هو بقايا الحيوانات والنباتات التي كانت تعيش

---

(١) Cotter, C. H. ( 1966 ) « The phycical geography of the oceans », Hollis & Carter Ltd., 1966 , P. 170

في نفس المكان ثم ماتت وتركت بقاياها على قاع البحر . أما عوامل النقل لهذه الرواسب فهي الرياح والأنهار والأمواج والتيارات البحرية والجليد المتحرك .

وتعتبر الرياح مسئولة عن نقل المواد الناعمة لمسافات بعيدة . فالرياح التي تهب من اليابس نحو البحر والتي تأتي من مناطق جافة تحمل كميات كبيرة من الغبار والرمال إلى مساحات واسعة من البحر ، ومن أشهر المناطق التي توجد بها رواسب ترجع إلى فعل الرياح تلك المنطقة المحيطة بجزر الرأس الأخضر Cape Verde قريباً من الساحل الإفريقي وهي عبارة عن تكوينات مستمدة في الأصل من رمال الصحراء الكبرى وقد حملتها إلى هذه المنطقة من المحيط الأطلسي الرياح التجارية . ومن المواد الأخرى التي تحملها الرياح من اليابس إلى الماء إلى جانب الرمال والأتربة الرماد البركاني ، إذ أن قوة الثوران البركاني تقذف أحياناً بالرماد البركاني إلى عدة أميال ، ويؤدي هذا إلى نقل هذا الرماد بواسطة الرياح لمسافات تصل إلى آلاف الأميال حتى ينتهي أخيراً إلى البحار . وهناك مواد أخرى تصل إلى البحر عن طريق التراب المتخلف من تفتت الشهب والنيازك التي تسقط على سطح الأرض . وقد أمكن التعرف على هذا التراب في رواسب قاع البحر .

ومن عوامل نقل الرواسب إلى قاع البحر الأنهار والأمواج وهي عوامل هامة للغاية في هذه الناحية وهي تنقل الحصى والرمال والطين لمسافات طويلة حتى تنتهي إلى البحر، وقد تحرك التيارات البحرية الرواسب على طول الشواطىء على هيئة مواد عالقة أو متدحرجة قبل أن ترسب على قاع البحر . وقد يستغرق الإرساب بهذه الطريقة وقتاً طويلاً لأن حركة المياه في الأعماق بطيئة للغاية ، لذلك فإن المواد عندما ترسب فإنها تظل في أماكنها كما هي .

وقد انحدرت المواد التي أرسبت على جوانب منحدرة بالقرب من قاع البحر

إلى القاع بواسطة قوة الجاذبية . كذلك قد تتحرك هذه المواد بواسطة أمواج التسونامي .

وتتحرك الثلاجات أو كتل الثلج العائمة على سطح الماء لمسافات طويلة قبل أن تذوب تماماً ، ومن المعروف أن كتل الجليد تحوي في داخلها بعض الركامات لذلك عندما تذوب هذه الثلاجات فإن الرواسب تختلط بماء البحر وتهبط إلى قاع البحر ، وتتكون هذه الرواسب عادة من خليـــط من الرواسب الكبيرة والصغيرة . ويدل وجود هذه الرواسب في قاع البحر في الوقت الحــاضر على الحد الذي وصلت إليه الثلاجات في تقدمها فوق مياه البحار والمحيطات .

وفي الوقت الحاضر يتم الإرساب البحري بسرعة واضحة في المحيــط الأطلسي .

تصنيف رواسب قاع البحر : هناك طرق عدة لتصنيف رواسب قاع البحر ومن هذه الطرق ما يقوم على أساس حجم الذرات كما هو موضح في الجدول على الصفحة التالية :

| الوصف | حجم الذرات |
| --- | --- |
| الكتل الصخرية | أكثر من ٢٥٦ ملليمتر |
| الأحجار | من ٢٥٦ إلى ٦٤ » |
| الحصى | من ٤ إلى ٦٤ » |
| الحصى الرفيع | من ٢ إلى ٤ » |
| الرمل الخشن جداً | في ١ إلى ٢ » |
| الرمل الخشن | من ١/٢ إلى ١ » |
| الرمل المتوسط | من ١/٤ إلى ١/٢ » |
| الرمل الناعم | من ١/٨ إلى ١/٤ » |
| الرمل الناعم جداً | من ١/٨ إلى ١/١٦ » |
| الطين | من ١/١٦ إلى ١/٢٥٦ » |
| الصلصال | أقل من ١/٢٥٦ » |

ويقصد بالصلصال هنا حجم الذرات وليس طبيعة المادة ذاتها . غير أن تصنيف الرواسب البحرية على أساس حجم الذرات يعيبه أنه تصنيف وصفي فقط فهو لا يعطي أية فكرة عن طبيعة هذه الذرات أو أصولها .

وهناك تصنيف آخر بسيط لرواسب قاع البحر إلى رواسب الأعماق القريبة ورواسب الأعماق البعيدة . والنوع الأول يوجد في مناطق الأرصفة القارية ، أما النوع الثاني فيوجد في بقية قيعان البحار والمحيطات . ومن التصنيفات الثنائية لرواسب البحر تقسيمها إلى رواسب قارية الأصل Terrigenous ورواسب بحرية الأصل Pelagic وهنا أيضاً نجد أن الرواسب القارية توجد في مناطق الرصيف القاري وأن الرواسب البحرية توجد في الأعماق البعيدة . كذلك قد تصنف الرواسب البحرية على أساس أنها مواد عضوية أو غير عضوية ، فالرواسب العضوية تتكون أصلاً من بقايا أجسام الأسماك والحيوانات المائية الأخرى والنباتات البحرية ، هذا مع التسليم بأن المواد العضوية في مناطق الأرصفة القارية تختلف بعض الشيء عن المواد العضوية في أعماق البحار والمحيطات .

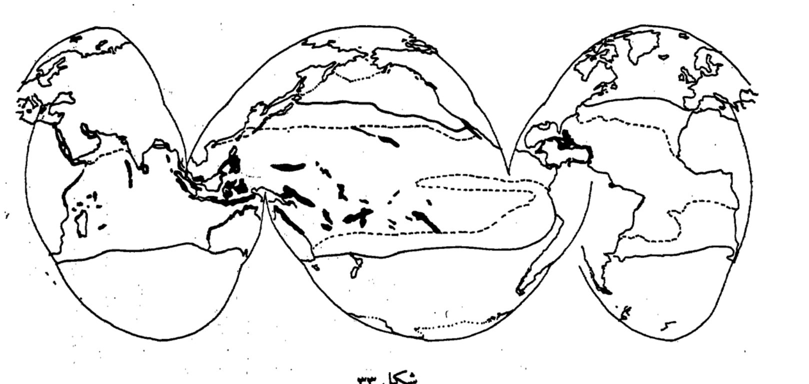
وقد نشر الأستاذان موري ورنارد Renard تصنيفاً للرواسب البحرية بعد انتهاء بعثة تشالنجر الشهيرة وقد ظهر هذا التصنيف في سنة ١٨٩٨ وفيه نجد الرواسب البحرية مقسمة إلى قسمين ذات أصل بحري وذات أصل قاري . وتشمل الرواسب القارية التي توجد عادة قريباً من اليابس أي في مناطق الرصيف القاري ما يأتي : [١]

(١) Ibid, P. 175.

| | |
|---|---|
| Blue mud | الطين الأزرق |
| Red mud | الطين الأحمر |
| Green mud | الطين الأخضر |
| Yellow mud | الطين الأصفر |
| Volcanic mud | الطين البركاني |
| Coral mud | الطين المرجاني |

وقد تختلط هذه الرواسب أحياناً ببعض الرواسب ذات الأصل البحري وفي هذه الحالة يطلق عليها إسم hemipelagic . وواضح أن الرواسب ذات الأصل القارى قد نقلت إلى البحر من اليابس وأرسبت في منطقة الرصيف القاري وأنها قد نقلت كمواد عالقة وأرسبت ببطء شديد فقد تمضي شهور أو سنوات قبل أن تستقر هذة الرواسب في قاع البحر . ويزداد سمك هــذه الرواسب القارية كلما اقتربنا من الشاطىء ثم تقل كلما اتجهنا نحو وسط البحر . فأكثر أنواع هذه الرواسب انتشاراً هو الطين الأزرق ويكون سطحه الخارجي بني اللون بسبب وجود أكسيد الحديد ولكن هذا اللون يختفي بسرعة ليظهر اللون الأزرق ويحتوي هذا الطين على بعض تكوينات الجير وعلى بعض المواد العضوية وإن كان الجير يعطيه ظلاً فاتحاً إلا أن المواد العضوية تعطيه ظـلاً داكناً . وتزداد نسبة الجير في هذا النوع من الطين كلما اتجهنا نحو وسط البحر وهـذا سببه كثرة الأحياء المائية التي تمد الرواسب بكربونات الكالسيوم .

وأما الطين الأحمر فيرجع لونه إلى وجود نسبة عالية من أكسيد الحديـد . وبذلك يكون تكوين الطين الأحمر معاكساً لتكوين الطين الأزرق فالطـين الأحمر يزداد بالتأكسد بينما الطين الأزرق يزداد بإضافة المادة العضوية .



شكل ٣٣
توزيع الشعاب المرجانية في العالم

والطين الأخضر يرتبط بوجود بعض المعادن ذات اللون الأخضر واشهرها ما يسمى glauconite أو بوجود الكلوروفيل . ويوجد الطين الأخضر عادة في المناطق التي لا تصب فيها أنهار . واللون الأخضر يدل عادة على أن الطين قد تكون جزئياً من بقايا النباتات .

أما الطين الأصفر فيرجع لونه إلى عنصر الحديد الذي يحويه . فنهر الهوانجهو مثـــلا يجري في منطقة واسعة تكويناتها من تربة اللويس وقد لوحظ أن النهر يحمل كميات هائلة من الرواسب ذات اللون الضـــارب إلى الصفرة إلى البحر الأصفر .

وفي الأجزاء القريبة من مناطق الشعاب المرجانية نجد أن الرواسب تستمد من مفتتات هذه الشعاب وتوجد عادة منطقة تمتد بين الشعاب المرجانية وبـين رواسب الطين المرجاني وتنتشر بها المفتتات الخشنة من الشعاب المرجانية .

وهناك ما يسمي الطين الكلسي وهو مستمد من اليابس ويشبه كلا من الطين الأزرق والطين المرجاني ولكنه يختلف عن الطين الأزرق في كونه يحتوي على كمية كبيرة من كربونات الكالسيوم ، ويختلف عن الطين المرجاني في أنـه لا يحتوي على مفتتات من الشعاب المرجانية . ويسود هذا النوع من الطين في البحر الكاريبي والبحر المتوسط والبحر الأسود .

وهناك كميات كبيرة من الرماد والتراب ترتبط بالنشاط البركاني ، وترسب هذه الأتربة في قاع البحر خاصة في المناطق القريبة من البراكين . وهذه الرواسب تتميز باللون الداكن .

أما عن الرواسب ذات الأصل البحري فإن هناك على الأقل مساحة لا تقل عن ٥٠ مليون ميل مربع من قيعان البحار والمحيطات يغطيها صلصـال أحمر اللون وهذا الصلصال الذي يوجد في معظم أجزاء قيعـــان البحار والمحيطات

يغطي حوالي نصف قاع المحيط الهادي وربع قاع المحيطين الأطلسي والهندي . أو بمعنى آخر فهو يغطي حوالي ٢٨ ٪ من قيعان البحار والمحيطات . ولا يوجد الصلصال الأحمر في أعماق تقل عن ٢٠٠٠ قامة ، وهو عبارة عن مادة ناعمة جداً لزجة الملمس ولونها بني أو أحمر طوبي . ومن الناحية الكيماوية فهي شبيهة في التركيب بالصخور النارية وإن كانت تحتوي على نسبة أعلى من الألومنيوم والحديد والمنجنيز والمغنسيوم وعلى كميات قليلة من الكلسيوم والصوديوم والبوتاسيوم إذا قورنت بالصخور النارية . وقد اقترح موري أن يكون الصلصال الأحمر مشتقاً من مواد بركانية أو من الصلصال الذي يوجد على سطح القارات أحياناً .

أما التراب الناتج عن الشهب والنيازك فهو مسئول إلى حد ما عن جزء من الصلصال الأحمر . وهناك مواد أخرى مثل البقايا العضوية المتخلفة عن عظام أسماك القرش أو الحيتان . ويوجد أكسيد المنجنيز في الصلصال الأحمر على هيئة عقد صغيرة أو على هيئة مادة مغلفة . ويرجع اللون الأحمر في الصلصال إلى التأكسد الذي يصيب الحديد . ويحتوي الصلصال الأحمر على نسبة محدودة من كربونات الكلسيوم . ويرسب الصلصال الأحمر على قاع البحر ببطء شديد .

أما العنصر البحري الثاني الذي يغطي نسبة كبيرة من قيعان البحار والمحيطات فهو globigerina ooze وهو يغطي حوالي ٣٦ ٪ من قيعان البحار والمحيطات ، ويتكون هذا الطين من بقايا عظام الأحياء المائية . وتوجد هذه الرواسب على أعماق تتراوح بين ١٠٠٠ ، ٢٥٠٠ قامة حيث تعمل البرودة الشديدة على تحلل المواد العضوية التي يتكون منها هذا الطين ، ولون هذا الطين أصفر أو بني . ويكثر وجود هذا النوع من الرواسب في القسم الغربي من المحيط الهندي وفي جنوب شرق وجنوب غرب المحيط الهادي ، ولكنه لا يوجد في شمال المحيط الهادي . ولا توجد هذه الرواسب في محيط القطب الشمالي أو

محيط القطب الجنوبي حيث أن الأحياء المائية التي يتكون من بقاياها هذا الطين لا تستطيع الحياة في المياه الباردة .

غير أن هناك نوع آخر من الطين هو ما يطلق عليه Diatom ooze وهو يوجد في مناطق البحار والمحيطات الباردة أمثال المنطقة المحيطة بالقارة القطبية الجنوبية وسواحل ألاسكا ولون هذا الطين أصفر ، ولا يوجد هذا النوع من الطين في المحيط الأطلسي إلا في المناطق التي توجد بها تيارات بحرية باردة أو المناطق التي يظهر بها المـــاء السفلي البارد على السطح ومن أمثلة ذلك خليــج والفس Walvis Bay وفي ساحل كاليفورنيا .

أما النوع الثالث من الطين البحري ذو الأصل المائي فهو مـــا يسمى radiolarian ooze ولونه أحمر أو بني ، ويكثر وجوده في النطاق الذي يمر به التيار الإستوائي في المحيط الهـادي إلى الشرق من خط طول ١٧٠° غرباً . كذلك يوجد هذا الطين في المياه المحيطة بجزر الهند الشرقية وأجزاء من قـاع المحيط الهندي .

أما النوع الرابع من الرواسب ذات الأصل البحري فهو مـــا يسمى pteropod ooze ويوجد في المحيط الأطلسي وهذا النوع لا يوجد في الأعماق البعيدة .

## الجـــزر

الجزيرة عبارة عن جزء من اليابس محاط بالماء من جميع الجهات وعلى هـــذا الأساس يمكن وصف القارات ذاتهـــا بأنها جزر ومثال ذلك قارة أستراليا أو الأمريكتان، غير أن التعريف قد اقتصر عادة على المساحات المحدودة من اليابس. وقد أمكن تصنيف الجزر إلى أنواع حتى تسهل دراستها إلى نوعين رئيسيين هما

الجزر القارية والجزر البحرية أو المحيطية، والاختلاف بين هذين النوعين اختلاف جيولوجي في الأصل ، فالجزر القارية ذات تكوين جيولوجي شبيه بالقارات التي تجاورها ، أما الجزر المحيطية فهي ترتفع من قاع المحيط الذي تنشأ فيـه . فإذا نشأت الجزر في قاع محيط يتكون غالباً من البازلت فإنهـا تصبح جزراً بازلتية ومثال ذلك جزر المحيط الهادي . ومن أمثلة الجزر القارية جزيرة أسنسيون في المحيط الأطلسي .

وكثير من الجزر المحيطية تغطيها الشعاب المرجانية وتسمى هذه الجزر بالجزر المرجانية. ومن أمثلة الجزر البازلتية جزر هوائي في المحيط الهادي. وفي كل محيط من المحيطات توجد جزر محيطية وأخرى قارية. ولا شك أن تكوين جزيرة بركانية يستدعي خروج كميات هائلة من اللافا بحيث تستطيع التغلب على عملية الهـدم والتشتيت التي تقوم بها المياه لهذه المواد. وما يظهر من هذه الجزر البركانية فوق سطح الماء لا يقارن بالحجم الكبير لهذه الجزر تحت سطح الماء . وعندمـا تبنى جزيرة بركانية تحت سطح الماء فإن الثوران البركاني وخروج اللافا إلى السطح يصاحبها انهيارات وغير ذلك من المظاهر التي يتضح أثرهـا في شكل الجزيرة ذاتها ، لذلك فإن الجزر البركانية توجد عادة ذات سطح متضرس وانحدارات شديدة ، وتقطعها هنا وهناك مجاري مائية .

وهناك جزر جيرية وقاعدتها بازلتية مثل جزيرة برموده . وكثير من جزر المحيط الأطلسي ترتفع من السلسلة الأطلسية الوسطى التي تتكون من مادة السيال ومن هذه الجزر جزر آزور .

وفي المحيطين الهادي والهندي توجد كثير من الجزر البركانية التي تكونت في مناطق الضعف القشري في هذين المحيطين ومن أمثلة هذه الجزر جزر مارشال في المحيط الهادي. وعندما تتصل مجموعات من هذه الجزر مع بعضها فإنها تكون هضبة بركانية تحت سطح الماء ومن هذه تظهر الجزر قريبة من بعضها فوق سطح

الماء ومثال ذلك جزر لاكاديف في المحيط الهندي .

أما الجزر القارية التي توجد عادة في مناطق الرصيف القاري فهي تختلف عن القارة القريبة في ناحية واحدة فقط وهي وجود بعض التكوينات الجيولوجية البحرية بها. أما الجزر القارية ذات المساحة الكبيرة مثل جزيرة تسمانيا وجزيرة مدغشقر وجزيرة فرموزه فهي تنفصل عن القارة بواسطة قنوات عميقة . فهناك مضيق عميق يفصل بين جزيرة مدغشقر وبين القـارة الإفريقية ويعتقد أن هذا المضيق أصله أخدود ناتج عن انكسار في قشرة الأرض في هذا الجزء حيث هبط جزء من قشرة الأرض بين صدعين متوازيين ، خاصة وأن المنطقة القريبـة في شرقي إفريقية قد تعرضت لانكسار ضخم هو الذي يكون الأخدود الإفريقي العظيم .

والجزر القارية مثل جزيرة نيوفوندلند وجزيرة جرينلنده ونيوزيلنده فقد يكون السبب في انفصالها وابتعادها عن اليابس القـاري سببه مرتبط بعملية الزحزحة التي أصابت كتل اليابس. ويفصل بين هذه الجزر وبين القارات القريبة مضايق عميقة .

وكثير من الجزر تكون أرخبيلاً أو تجمعاً من الجزر ومثال ذلك جزر الهند الشرقية . ويحتمل أن هذه الجزر قد نتجت عن عمليات التواء وانكسار وتقطيع لكتلة يابسة . أما الأرخبيلات الصغيرة مثل الأرخبيل الدنمركي فيرجع تكوينه إلى ارتفاع في مستوى سطح البحر وهكذا طغت الميـاه على الأجزاء المنخفضة وغمرتها ، بينما ظلت الأجزاء المرتفعة فوق سطح الماء مكونة جزراً ويطلق على هذه الجزر أحياناً جزر رفرفية Shelf islands . وقـد تتكون بعض الجزر القارية نتيجة لعمليات النحت التي تعمل على تخفيض جزء من اليابس بحيث تغطيه مياه البحر وينفصل جزء آخر من اليابس ليصبح جزيرة . والمعتقـد أن جزيرة بريطانيا قد تكونت بهذه الطريقة عندما حفرت القنـال الإنجليزي بواسطة

عمليات النحت. أما انفصال جزيرة أيرلنده عن بريطانيا فقد نتج عن الانكسار، وعلى هذا الأساس فإن البحر الأيرلندي يشغل أخدوداً . كذلك انفصلت جزر هبرديز عن اسكتلنده بسبب الانكسار .

وتعتبر دراسة الحياة النباتية والحيوانية في الجزر من الدراسات التي يهتم بها علماء النبات والحيوان والجيولوجيا . وهناك أدلة كثيرة على وجود معابر أرضية بين الجزر وبين القارات القريبة، وهي أدلة مستمدة من دراسة النباتات والحيوانات في تلك الجزر . فتشابه الحيوانات والنباتات في انجلترا مع تلك التي توجد في المناطق القريبة من قارة أوربا دليل على الصلة القديمة بين الجزر البريطانية والقارة الأوربية .

وقد كان الأستاذ والاس Wallace أول من وجه الانتباه إلى وجود خط فاصل بين النباتات والحيوانات الأسيوية والأسترالية وقد سمى هذا الخط الفاصل بخط والاس وهو يمر بين جزيرة بورينو وسليبس وبين جزيرة بالي ولمبوك بحيث توجد النباتات والحيوانات إلى الشرق من هـــذا الخط ، والنباتات والحيوانات الأسيوية إلى الغرب منه . وفي تعيين الحدود بين الأنواع النباتية والحيوانية تبرز أهمية الجزر في هذا التحديد .

وبعكس الجزر القارية التي تشبه القارات المجاورة في نباتاتها وحيواناتها، فإن الجزر المحيطية تقل بها الحياة الحيوانية ، وأهم أنواع الحياة الحيوانية في الجزر المحيطية هي الطيور والحشرات ، كذلك تتنوع بهـــا النباتات ، إذ أن الرياح والتيارات البحرية والطيور قادرة على أن تنقل بذور النباتات لمسافات بعيدة .

ومن المظاهر الهامة عن الجزر وجود مجموعات من الجزر تشبه الأقواس وهي تنتشر على وجه الخصوص في غرب المحيط الهادي ومنها جزر الأنتيل . كذلك مجموعة الجزر الممتدة في المحيط الأطلسي من بتاجونيا حتى جراهام لاند في قارة

أنتاركتيكا . وتكثر في مناطق الجزر القوسية البراكين والزلازل خاصـة في جوانب الجزر المقابلة للقارة . وقد دلت الدراسة على أن تكوين الجزر القوسية في المحيط الهادي على جانب قارة آسيا قد نتج عن ضغط القارة الآسيوية على قاع المحيط . أما الجزء العميق الذي يوجد بين الجزر القوسية وبين القارة فهو عبارة عن الالتواء المقعر . وتظهر الجزر القوسية سواء في المحيط الأطلسي أو الهادى آثار حركات التوائية وعمليات رفع . ومن الجزر التي درست في هذه الناحيـة جزيرة كوبا إحدى جزر الهند الغربية ، وجزيرة ترينداد القريبة من ساحـل أمريكا الجنوبية .

## الفصل الحادي عشر

# موارد الثروة في البحار والمحيطات

تعتبر البحار والمحيطات مورداً هاماً للمعادن ، وأهم هذه المعادن هو الملح ، وتوجد كميات هائلة من الملح في مياه البحار والمحيطات ، ويغلب على الظن أن كمية الملح تزداد باستمرار ، إذ أن الحركة الدائمة للمياه هي نحو المحيط ، ومواد القشرة الأرضية ومنها الملح تنقل بصفة دائمة إلى مياه المحيط ، إذ المعتقد أن ملوحة مياه المحيط كانت في بادىء الأمر قليلة ثم أخذت في الزيادة . لأنه من المعروف أن أملاح مياه المحيط أتت إليها من صخور القشرة الأرضية .

ويلاحظ أن هناك تشابهاً واضحاً بين التكوين الكيماوي لمياه البحر ومياه الأنهار . غير أن العناصر الكيماوية في كلا منهما توجد بنسب متفاوتة ، ففي مياه الأنهار نجد نسبة الكلسيوم عالية بينما نجدها منخفضة في مياه المحيط ، والسبب في قلة نسبة الكلسيوم في مياه المحيطات هو أن الحيوانات المائية تستخدم الكلسيوم في بناء أجسامها وهياكلها فتأخذه من مياه المحيط . كذلك مادة السيليكا نجدها توجد بكثرة في مياه الأنهار عن مياه البحار .

وهناك عوامل أخرى تضيف بعض المعادن إلى مياه البحار والمحيطات فهناك المواد المعدنية التي تخرج من البراكين وتتطاير في الهواء ثم تصل بطريقة أو أخرى إلى البحار والمحيطات . هذا بالطبع بالإضافة إلى مواد البراكين التي توجد تحت سطح الماء .

ويظهر لنا من هذا أن الأملاح تنتقل من اليابس إلى الماء وليست هناك حركة عكسية لانتقال الأملاح من البحار والمحيطات إلى اليابس ، وإن كنا بالطبع نحاول إعادة بعض هذه الأملاح بالطرق الصناعية واستخلاصها من مياه البحار ، وبطريقة غير مباشرة عن طريق جمع النباتات البحرية وصيد الحيوانات البحرية التي تحتوي أجسامها على بعض هذه الأملاح .

غير أنه توجد طريقة غير عادية تنتقل بواسطتها مياه البحار والمحيطات إلى اليابس وذلك عندما تطغى مياه البحار على الأجزاء اليابسة وترسب تكويناتها ثم تنحسر مرة أخرى تاركة هذه الرواسب وراءها ، غير أن هذه الرواسب لا تستمر فترة طويلة فوق اليابس ، وإنما تعود مرة أخرى إلى البحار بواسطة المياه الجارية التي تحملها وتنقلها إلى البحار والمحيطات .

وهناك وسيلة أخرى تنتقل عن طريقها الأملاح بين اليابس والماء وبالعكس ، وتلك هي الرياح التي تحمل ذرات الملح الموجودة في تكوينات اليابس وتلقيها في أجزاء من البحار والمحيطات ، أو تحمل ذرات الملح التي تتركها مياه البحار على الشواطىء ويحملها الهواء فتظل عالقة به ، وقد تستخدم هذه الذرات أو بعضها كنواة تتكاثف حولها قطرات المطر ثم تسقط على سطح الأرض مع الأمطار لتعود مرة أخرى إلى البحار والمحيطات .

وقد اكتشفت كثير من الأملاح التي تحويها مياه البحار عن طريق وجودها في تركيب بعض النباتات أو الحيوانات البحرية ولم يكن الإنسان يعرف عن

وجودها ضمن مياه البحر من قبل . ولم يستطع الإنسان حتى الوقت الحاضر أن يستخلص كل المواد الكيماوية التي توجد في مياه البحار والمحيطات ، وإنما وصل عدد المواد التي يستخرجها الإنسان من مياه البحار والمحيطات حتى الآن إلى حوالي الخمسين مادة . ولا بد أن هناك الكثير المتبقي لو وجد الإنسان الوسيلة إلى استخراجها . وفي مياه البحار والمحيطات خمسة أنواع من الأملاح توجد بنسب ثابتة تقريباً ، وكما نتوقع أكثر هذه الأملاح وجوداً هو كلوريد الصوديوم الذي يكون ٧٧,٨ ٪ من جملة الأملاح وكلوريد المغنسيوم ونسبته ١٠,٩ ٪ ، ثم سلفات المغنسيوم بنسبة ٤,٧ ٪ وسلفات الكلسيوم وتكون نسبة ٣,٦٪ ، وسلفات البوتاسيوم ونسبتها ٢,٥ ٪ ، أما باقي الأملاح فتكون ٥ و ٪ الباقية [1]..

ويعتبر الذهب أكثر العناصر التي اجتذبت الإنسان من بين المواد الموجودة في البحار والمحيطات . إذ أن الذهب كان هو المعدن الذي خطف بريقه عيون الباحثين عن الثروة سواء في مناطق اليابس أو مناطق البحار والمحيطات. غير أن الصعوبة في الحصول عليه تمثلت في كيفية استخراجه من باطن البحار والمحيطات . وقد قام الكيماوي الألماني فريتز هيبر Fritz Haber بعد الحرب العالمية الأولى بعمل دراسة قامت ألمانيا على أساسها بإرسال باخرة هي الباخرة متيور Meteor إلى عرض المحيط الأطلسي لاستخراج الذهب من ماء المحيط ، ولكن تكاليف الرحلة واستخراج المعدن فاقت ما حصلت عليه البعثة من ذهب في هذه الرحلة .

وقد وجد أنه في ميل مكعب من مياه المحيط يوجد ما قيمته حوالي ٤٠ مليون جنيه ذهب ، ٣ مليون جنيه من الفضة . غير أن استخراج الذهب

---

(١) Sverdrup, H. U. , The oceans , New York, 1946

والفضة من هذا القدر من المياه يستدعي ملء وإفراغ ٢٠٠ خزان مرتين يومياً لمدة سنة ومساحة كل خزان ٥٠٠ قدم مربع وعمقه خمسة أقدام . وهذا يجعل الإنتاج غير اقتصادي .

ومن المواد الموجودة في مياه البحار والمحيطات أيضاً مادة اليود ، وتوجد هذه المادة في تكوين كل النباتات والحيوانات البحرية ، فالإسفنج والمرجان وبعض الحشائش البحرية تحوي كميات هائلة منه . كذلك يحتوي الهواء في المناطق الساحلية على كميات منه أيضاً . وقد أصبح اليود يكون أيضاً جزءاً من تكوين الجسم البشري .

كذلك معظم مادة البروم bromine توجد في المحيطات والبحار فهي تحوي ٩٩ ٪ من هذه المادة ، وحتى النسبة الضئيلة التي توجد في صخور القشرة الأرضية فقد أرسبت عليها بواسطة مياه البحار والمحيطات . وهناك أنواع من النباتات خاصة على سواحل الولايات المتحدة تستخلص هذه المادة ، ويدخل البروم في عدد من الصناعات الكيماوية مثل مواد إطفاء الحريق وصناعة الأفلام والأصباغ وبعض المواد الحربية . ومن أكثر بحار العالم التي تحتوي على نسبة عالية من البروم هو البحر الميت . ويقدر أنه يحوي حوالي ٨٥٠ مليون طن من البروم . ويذكر أيضاً أن نسبة البروم في البحر الميت تبلغ مائة مثل نسبته في مياه البحار والمحيطات الأخرى ، ومصدر البروم في البحر الميت هي الآبار الساخنة التي توجد في قاع بحر الجليل الذي تصل مياهه إلى الميت عن طريق نهر الأردن .

ويعتبر المغنسيوم من المعادن الأخرى التي تستخرج في الوقت الحاضر من مياه البحار والمحيطات ، ويقدر أنه في ميل مكعب من مياه المحيط يوجد ٤ مليون طن من المغنسيوم . وقد اخترعت طريقة استخلاص المغنسيوم من مياه المحيط حوالي سنة ١٩٤١ . وقد زادت كمية إنتاج المغنسيوم بكميات هائلة .

وقد ساعدت الكميات الكبيرة من المغنسيوم التي تستخرج من مياه البحار والمحيطات على إمداد صناعة الطائرات خلال الحرب العالمية الثانية بحاجتها من المغنسيوم ، ويلاحظ أن كل طائرة تحتوي على حوالي نصف طن من المغنسيوم . ولمعدن المغنسيوم استخدامات أخرى كثيرة ، حيث توجد حاجة إلى معدن خفيف الوزن ، كذلك يستخدم المغنسيوم في عمل حبر الطباعة وفي صناعة بعض الأدوية وفي صناعة معجون الأسنان وفي عمل القنابل .

أما ملح الطعام فقد استخرجه الإنسان من مياه البحار منذ قرون عديدة خاصة في المناطق المدارية حيث الحرارة مرتفعة ودرجة التبخر شديدة ، وقد قام الأغريق والرومان والمصريون باستخراج الملح من ماء البحر منذ زمن بعيد . وما زال استخراج الملح من مياه البحر اعتماداً على تبخير المياه بواسطة أشعة الشمس يزاول حول الخليج العربي وفي الصين واليابان وجزر الفلبين وعلى سواحل كاليفورنيا . وتوجد هنا وهناك أحواض لاستخراج ملح الطعام حيث تعمل أشعة الشمس والرياح على تبخير المياه وترك الأملاح مترسبة بكميات كبيرة ، ومن أمثلة ذلك حوض ران أف كتش Rann of Cutch على الساحل الغربي لشبه جزيرة الهند ، وهو عبارة عن سهل مستو طوله ١٨٥ ميل وعرضه ٦٠ ميل ، ويفصل بينه وبين البحر جزيرة كتش . وعندما تهب الرياح الموسمية الجنوبية الغربية فإن مياه المحيط تنتقل بواسطة قناة وتغطي السهل . وفي فصل الجفاف تبدأ المياه في التبخر تاركة طبقة سميكة من الملح .

وكثير من الأملاح التي توجد في قشرة الأرض أرسبت عندما كانت أجزاء من اليابس مغطاة بمياه المحيطات . ففي العصر البرمي كان يوجد بحر داخلي كبير يغطي معظم أوربا خاصة الجزر البريطانية الحالية وفرنسا وألمانيا وبولندة، وكانت الأمطار قليلة ونسبة التبخر عالية ، وقد زادت الملوحة في مياه البحر وبدأ يرسب كميات كبيرة من الأملاح في طبقات فوق بعضها ، وفي فترة من

فترات الإرساب كانت معظم الرواسب من الجبس ومعها طبقات من الملح ، ثم بدأت تترسب طبقات من البوتاسيوم والمغنسيوم .

كذلك في العصر السيلوري وجـــد حوض ملحي كبير في شمال الولايات المتحدة ، وفي هذا الحوض أرسبت طبقات من الملح والجبس في مساحـــة تبلغ ١٠٠٠٠٠ ميل مربع ، وتوجد سبع طبقات متتابعة من الملح والجبس . وأعلى هذه الطبقات يوجد على عمق نصف ميـــل . وفي جنوب ولاية متشجن الأمريكية يبلغ سمك بعض هذه الطبقات حوالي ٥٠٠ قدم . ومن أهم مناجم الملح في العالم بحيرة سيرلز Searles في صحراء مهـــافي Mojave في ولاية كاليفورنيا ، وقد كان هذا الجزء يكون ذراعاً من المحيط ثم اقتطع منه بواسطة سلاسل جبلية ارتفعت ففصلته عن المحيط ، ثم جفت مياه البحر الداخلي تاركة طبقة صلبة من الملح يبلغ سمكها ما بين ٥٠ ، ٧٠ قدماً، وتحت طبقة الملح توجد طبقة من الطين . وقد اكتشفت حديثاً طبقة أخرى من الملح أسفل طبقة الطين . وقد بدأ استغلال الملح من بحيرة سيرلز في سنـــة ١٨٧٠ ثم ازداد استغلاله في سنة ١٩٢٠ . وتنتج بحيرة سيرلز إلى جانب ملح الطعام مواد معدنية أخرى .

وينتظر أن يمثل البحر الميت في وقت قريب مورداً للأملاح مماثــلا لبحيرة سيرلز . والبحر الميت هو البقية الباقية من بحر كبير كان يشغل وادي الأردن كله وكان طوله حوالي ١٩٠ ميل . ومياه البحر الميت مرتفعة الملوحـة – كما ذكرنا من قبل – بسبب زيادة التبخر في هذا المناخ الحار ، لدرجة أن الحيوانات المائية لا تستطيع الحياة في مياهه ، والأسماك التي تجلبها مياه نهر الأردن تموت لدى وصولها إلى البحر الميت . ويقع البحر الميت على ارتفاع ١٣٠٠ قدم تحت سطح البحر المتوسط وهو بذلك أكثر المسطحات المائية انخفاضـــاً . ويشغل البحر الميت الجزء المنخفض من أخدود الأردن .

ويعد البترول من أهم الموارد المعدنية في البحار والمحيطات في الوقت الحاضر.

وقد تكون البترول في فترات قديمة منذ الزمن الباليوزوي من بقـــايا نباتات وحيوانات . وتلائم ظروف هدوء المياه في البحر الأسود وفيوردات النرويج على تكوين البترول . وحتى في مناطق القارات حيث توجد حقول بترول نجد أنها قريبة من أحواض بحار قديمة . ويزداد البحث الجيولوجي في الوقت الحاضر عن البترول في المناطق غير الثابتة التي كانت تغطيها بحار ضحـــلة في معظم الأوقات وتلك هي الأجزاء التي توجد ما بين الكتل الصلبة التي تكونت حولها القارات الحالية . ومن أمثلة هذه الأجزاء الحوضية الجزء الممتد بين أوربا والشرق الأقصى ويشغله الخليج العربي والبحر الأحمر والبحر الأسود وبحر قزوين والبحر المتوسط . أما خليج المكسيك والبحر الكاريبي فيقعـــان في حوض آخر بين أمريكا الشمالية وأمريكا الجنوبية ، كذلك يوجد حوض داخلي بين قارتي آسيا وأستراليا ، وأخيراً يوجد الحوض المحاط باليابس في المحيـط المتجمد الشمالي . وهذه الأحواض جميعاً قد تبادلها اليابس والماء في فترات متعاقبة . وفي الفترات التي غطاها البحر تكونت فوقها طبقات سميكة من الرواسب ، وفي مياههـا عاشت حياة مائية غنية وقد انقرضت هــــذه الحيوانات واختلطت بقاياها بالرواسب .

وهناك كميات هائلة من البترول في كل هذه المناطق الحوضية ، ففي الشرق الأوسط توجد حقول البترول في المملكة العربية السعودية وفي الكويت وإيران والعراق وفي الجمهورية العربية المتحدة وفي ليبيا والجزائر ، وفي بعض جهـات هذا الإقليم يوجد البترول في عرض البحر كما هو الحال في الخليـــج العربي وفي خليج السويس . وفي الحوض الواقع بين آسيا وأستراليا يوجد البترول في جزيرة جاوة وجزيرة سومطرة وجزيرة بورنيو وجزيرة نيو غينيا . ويوجـد حوالي نصف بترول الولايات المتحدة الأمريكية في منطقة سواحل خليج المكسيك أو في قاع الخليج نفسه . وفي أمريكا الجنوبية يوجد البترول في جمهوريتي كولمبيا وفنزويلا في الأجزاء الساحلية الشماليـــة التي تعتبر جزءاً من حوض البحر

الكاريبي . أما في منطقة محيط القطب الشمالي فالدراسات قليلة ، ولو أنه يوجد بترول في بعض أجزاء ألاسكا ، وفي بعض جزر الأرخبيل الكندي وفي سواحل سيبيريا .

وقد اتجهت أنظار الجيولوجيين أخيراً إلى التنقيب عن البترول في قيعان المحيطات ، إذ أن كل أو معظم مناطق البترول في الأجزاء القارية قد اكتشفت واستغلت تقريباً ، ودور البحار والمحيطات يأتي بعد ذلك . ويستخرج البترول حالياً بالفعل وكما ذكرنا من عرض البحر فهناك آبار للبترول بالقرب من سواحل كاليفورنيا وتكساس ولويزيانا في الولايات المتحدة . وقد لوحظ أن البترول في هذه المناطق يوجد عادة بالقرب من كتل الأملاح ، ويستخدم جهاز يسمى Magnetometer تقاس بواسطته الاختلافات في درجة الجاذبية المعدنية حتى يتم تحديد تلك الكتل الملحية بواسطة جهاز السسموجراف المعروف وبواسطة صدى الصوت بتفجير الديناميت في هذه الأجزاء .

وقد استخدمت هذه الوسائل جميعاً على اليابس منذ وقت طويل ، ولكن استخدامها في البحر لم يبدأ إلا منذ سنة ١٩٤٥ . وقد أمكن إدخال تحسينات على الماجنتومتر بحيث يقيس باستمرار إذا وضع في مؤخرة السفينة أثناء إبحارها أو يدلى من طائرة تطير فوق سطح الماء على ارتفاع منخفض .

ولكن يجب ألا يغيب عن بالنا أنه رغم كل هذه الوسائل المتقدمة فإن استخراج البترول من أعماق المحيطات والبحار ليس بالأمر الهين ، فهناك صعوبات العمق وتعرض المنشآت لفعل الأمواج والرياح ونحت مياه المحيط للمواد المعدنية المستخدمة في عمليات الحفر والضخ وغير ذلك .

هذا من ناحية المعادن التي توجد في مياه البحار والمحيطات أو في أعماقها ،

ولكن ماذا عن البحار والمحيطات كمورد للغذاء وخاصة فيما يتعلق بصيد الأسماك وغيرها من الحيوانات البحرية . هذا ما سنتكلم عنه فيما يأتي .

**مصايد الأسماك :**

مع ازدياد عدد سكان العالم بصفة مستمرة وبسرعة كبيرة فإن الحاجة تزداد باستمرار إلى المواد الغذائية وخاصة المواد البروتينية . ومن الواضح أن الإنسان لم يستطع حتى الآن الاستفـــادة الكاملة من المسطحات المائية الهائلة ومن المواد الغذائية الوفيرة التي يمكنه أن يستمدها منها . وإذا قارنا بين إنتاج البحر وإنتاج اليابس مساحة بمساحة فإننا نجد أن البحر من الممكن أن يعطى من المواد العضوية ما يفوق اليابس . غير أن ما يحصل عليه الإنسان من غذاء البحر يمثـــل نسبة ضئيلة من مجموع غذائه ، لذلك يعتقد العلماء بأن البحار والمحيطات تمثل مورداً هاماً للغذاء في المستقبل .

وأهم مصايد الأسماك في العالم تحدد على أساس عمق المياه ، أو بمعنى آخر توجد في مناطق الأرصفة القارية . ومعروف أن الأسماك تكثر في المناطق التي تتوفر فيها المواد الغذائية اللازمة له . وأهم المواد الغذائية اللازمة لغذاء الأسماك توجد في المياه الباردة .

وأهم مناطق صيد الأسماك هي :

١ ـ الجزء الشرقي من المحيط الأطلسي الشمالي ممتداً من ساحل المغرب حتى ساحل المحيـــط المتجمد الشمالي حيث توجد أنواع عديدة من الأسماك خاصة السردين .

٢ ـ الجزء الغربي من المحيط الأطلسي الشمالي خاصة حول جزيرة نيوفوندلند والولايات البحرية من كنـــدا وسواحل نوفاسكوتشيا وعلى ساحـــل ولاية

ماساتشوستس وهي شهيرة بصيد الحوت .

٣ – الجزء الشمالي الشرقي من المحيط الهادي وهي شهيرة بأسماك السالمون .

٤ – الجزء الشمالي الغربي من المحيط الهادي خاصة في منطقة بحر اليابان وبحر أختسك وعلى سواحل الاتحاد السوفييتي وهنا يصاد الحوت والتونة . ويعتبر هذا الجزء من أهم مصايد العالم قاطبة ، لذلك تعتبر اليابان من أهم دول العالم في صيد الأسماك . ويكون السمك جزءاً هاماً من غذاء الدول التي تعتمد على الأرز في غذائها مثل دول شرق وجنوب شرق آسيا .

٥ – البحار القطبية خاصة بحر بارنتس وحول جزيرة أيسلنده وقد كان لصيد الأسماك على السواحل الغربية لأوربا وحول جزيرة أيسلنده آثار سياسية هامة ، إذ حاولت بعض الدول أن تمد نفوذها فوق هذه البحار لأغراض اقتصادية ومن هذه الدول بريطانيا .

وتعتبر الأسماك أيضاً مورداً صناعياً ، إذ تقوم على الأسماك صناعات هامة مثل التعليب والتجفيف والتمليح وتجميد الأسماك . كذلك استخراج زيت السمك وعمل السماد من الأسماك ، وعمل بعض الأدوية وغير ذلك .

ومن المعروف أيضاً أن صيد الأسماك قد مهد الطريق أمام طرق التجارة عبر البحار والمحيطات وأدى إلى نمو القوى العالمية البحرية . ويشتغل عدد كبير من الناس في صيد السمك ، فبالإضافة إلى الذين يعملون في الصيد ، هناك أيضاً من يشتغلون في عمل السفن وأدوات الصيد أو في إعداد الأسماك وتجارتها الخارجية[١].

وهناك أنواع من الأسماك تعيش في المياه العميقة وأنواع أخرى تعيش في المياه

---

(١) King, 1965, p. 312.

الضحلة . وقد درج الإنسان على أن يأخذ الأسماك من البحار والمحيطات بطريقة مخربة ، دون أن يفكر في استزراع الأسماك في البحار والمحيطـات بحيث تنمو هذه الموارد وتتحسن . وقد تنبهت بعض الدول إلى هذه الناحيـة وبدأت تقيم محطات بحرية للدراسة وعمل التجارب ، وقد قامت هذه المحطات بزرع الأنواع الجيدة وبتوزيع الأسماك توزيعاً جديداً ، وكذلك إيجـاد طرق أفضل لصيد الأسماك وحفظها .

وهكذا نجـد أن البحار والمحيطات من الممكن أن تمثل مورداً اقتصادياً وغذائياً هاماً يسد حاجة الإنسان من المياه إذا عذبت مياهها ومن المعـادن لو استغل ماؤها وباطنها ومن الغذاء لو أحسن استغلالها .

## BIBLIOGRAPHY


1 — Barnes, H., Oceanography and Marine Biology, London, 1959.

2 — Barnes, H., Apparatus and Methods of Oceanography, London, 1959.

3 — Bates, D.R. (Editor), The Planet Earth, London, 1957.

4 — Brooks, C.E.P., Climate through the Ages, London.

5 — Bullen, K.E., Seismology, London, 1954.

6 — Byers, H.R., General Meteorology, New York, 1944.

7 — Carson, R.L., The Sea around US., London, 1951.

8 — Carson, R.L., The Edge of the Sea, London, 1955.

9 — Coker, R.E., The Great and Wide Sea, University of North Carolina Press, 1949.

10 — Cotter, C.H., The Physical Geography of the Oceans, London, 1966.

11 — Cowen, R.C., Frontiers of the Sea, London, 1960.

12 — Daly, R.A., Igneous rocks and the depths of the Earth, London, 1933.

13 — Daly, R.A., Strength and structure of the Earth, New York, 1940.

14 — Daly, R.A., The Changing World of the Ice Age, London.

15 — Daly, R.A., The floor of the Ocean, University of North Carolina Press, 1949.

16 — Darwin, G.H., The Tides, London, 1898.

17 — Davis, W.M., Geographical Essays, New York, 1909.

18 — Defant, A., Ebb and Flow, University of Michigan Press, 1958.

19 — Defant, A., Physical Oceanography, London, 1961.

— Dury, G.H., The Face of the Earth, London, 1959.

21 — Von Engeln, O.D., Geomorphology, New York, 1948.
22 — Gaskell, T.F., Under the Deep Oceans, London, 1960.
23 — Guilcher, A., Coastal and Submarine Morphology, London, 1958.
24 — Herdman, W.A., Founders of Oceanography and their Work, London, 1923.
25 — Hill, M.N. (Editor), The Sea, London, 1963.
26 — Holmes, A., Principles of Physical Geology, London, 1945.
27 — Johnson, D.W., Shore Processes and Shoreline Development, London, 1938.
28 — Joly, J., The Surface History of the Earth, London, 1925.
29 — Kendrew, W. G., Climatology, London, 1949.
30 — Keunen, P.H., Marine Geology, London, 1950.
31 — Keunen, P.H., Realms of Water, London, 1955.
32 — King, C.A.M., Oceanography for Geographers, London, 1965.
33 — Lobeck, A.K., Geomorphology, London, 1939.
34 — Macmillan, D.H., Waves and Tides, London, 1952.
35 — Petterson, H., Westward Ho with the Albatros, London, 1949.
36 — Petterson, H., The Ocean Floor, Yale University, 1954.
37 — Proudman, J., Dynamical Oceanography, London, 1953.
38 — Ritchie, Capt. G.S., «Challenger», The Life of a Survey Ship, London, 1957.
39 — Rossby, C.G., « The Scientific Basis of Modern Meteorology » (Climate and Man, Yearbook, 1941).
40 — Shepard, F.P., Submarine Geology, New York, 1948.
41 — Smart, W.M., The Origin of the Earth, London, 1950.
42 — Steers, J.A., The Coastline of England and Wales, Lon- 1948.
43 — Steers, J.A., The Sea Coast, London, 1953.
44 — Sutton, G. (Editor) The World around U.S., London, 1960.

45 — Sverdrup, H.U., Oceanography for Meteorologists, London, 1945.
46 — Sverdrup, H.U., (et al.) The Oceans., New York, 1946.
47 — Thornbury, W.D., Principles of Geomorphology, New York & London, 1954.
48 — Wegner, A., The Origin of Continents and Oceans, London, 1924.
49 — Williams. W.W., Coastal Changes, London, 1960.
50 — Zeuner, F.E., Dating the Past, London, 1946.

## المراجع العربية


١ ـ دكتور ابراهيم رزقانة وآخرون :
الجغرافيا الطبيعية

٢ ـ دكتور حسن أبو العينين :
البحار والمحيطات

٣ ـ دكتور شريف محمد شريف :
جغرافية البحار والمحيطات

٤ ـ دكتور محمد صفي الدين:
قشرة الأرض